

Оригинал: РУССКИЙ

ИНФРАЗВУК В АВТОМОБИЛЕ ДОСТИГНУТЫЙ УРОВЕНЬ ИССЛЕДОВАНИЙ В РОССИИ

Представлен Российской Федерацией

Примечание: Настоящий документ представляется с целью обмена мнениями экспертов GRB о необходимости и возможностях разработки международных предписаний в отношении нормирования уровней инфразвука в автотранспортных средствах

1. Физическая сущность инфразвука. Физиологические особенности воздействия инфразвука

Как известно, все звуки можно условно отнести к трем частотным диапазонам: до 20 Гц – инфразвук (неслышимый человеческим ухом), с 20 до 20000 Гц – слышимый диапазон, после 20000 Гц – ультразвук (неслышимый человеческим ухом). Такое подразделение на диапазоны важно не только потому, что часть звуков человек слышит или не слышит, но также различными являются воздействия звуков различных частот на организм человека. Методы исследования и способы снижения уровней звукового давления в этих диапазонах часто также существенно отличаются.

К настоящему времени можно констатировать, что инфразвуки еще недостаточно изучены, хотя мы и живем в их мире, даже не подозревая об этом. Тем не менее, мы можем от них пострадать или в лучшем случае испытать весьма неприятные ощущения. Дело в том, что некоторые человеческие органы имеют собственные частоты колебаний 6-8 Гц, что находится в частотном диапазоне инфразвука. Инфразвук даже небольшой мощности действует болезненно на уши, заставляет «колебаться» внутренние органы человека. Существует мнение, что инфразвуки являются основной причиной тяжелой и не проходящей усталости городских жителей и рабочих "шумных" предприятий. Выяснилось, что большинство источников инфразвука создано самими же людьми. Таким источником является и автомобиль, который в городах является не только основным загрязнителем окружающей среды, но и потенциальным источником вредного воздействия на человека.

В результате исследований было выяснено, что инфразвуки с уровнями свыше 100 дБ при длительном воздействии на человека вызывает нарушение нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной и эндокринной систем человеческого организма, приводят к потере слуха, остроты зрения, снижению работоспособности и производительности труда.

2. Результаты измерений уровней инфразвука на автомобилях

Впервые в Российской Федерации с неприятным действием инфразвука столкнулись около 25 назад, когда правительственные чиновники стали жаловаться, что испытывают неприятные ощущения при езде в автомобилях. Уровни шума (звуковой диапазон) в автомобиле были очень низкими, а вот шум в инфразвуковой области превышал 120 дБ. Были проведены исследования и выяснилось, что при определенном режиме движения крыша и пол салона автомобиля начинают колебаться в противофазе и являются возбудителями инфразвуковых волн.

Центральным автополигоном совместно с ведущим учебным центром - МВТУ им. Н.Э. Баумана еще в 1980 году начали набор статистических данных, а также отработку методики измерения инфразвука на автомобилях. В качестве примера в таблице 1 представлены некоторые данные измерений инфразвука на рабочем месте водителя в различных автомобилях.

Уровни инфразвука на рабочем месте водителя автомобиля, дБ Лин.

Авто-мобиль	Тип дороги	Скорость движения, км/ч							
		30	40	50	60	70	80	90	100
1	Ровное брусчатое	113	113	112	113	113	112		
	Асфальтобетон	103	107	104	108	107	106	107	109
2	Ровное брусчатое	116	115	117	117	119	118	118	
	Асфальтобетон	107	108	109	113	115	116	114	
3	Ровное брусчатое	107	108	108	108	108	110	110	108
	Асфальтобетон	100	100	101	103	104	105	107	107
4	Ровное брусчатое	114	113	115	116	117	117		
	Асфальтобетон	103	103	105	105	107	107	109	110
5	Асфальтобетон				103	102	104	104	108
6	Асфальтобетон				112	113	114	115	
7	Асфальтобетон				111	111	111	111	112
8	Асфальтобетон				104	103	105	104	104
9	Асфальтобетон				104	105	104	105	107
10	Асфальтобетон				111	111	111		
11	Асфальтобетон				103	104	103		
12	Асфальтобетон				111	110			
13	Асфальтобетон				104	105	106		

Как видно, при движении по ровному брусчатому покрытию уровни инфразвука практически не зависят от скорости движения, тогда как при движении по асфальтобетону уровни инфразвука увеличиваются в среднем на 7 дБ при увеличении скорости движения с 30 до 100 км/ч. При этом доминируют составляющие инфразвука в частотном диапазоне от 4 до 16 Гц. При движении по ровному брусчатому покрытию уровни инфразвука значительно выше, чем при движении по асфальтобетону.

Положение стекол дверей также существенно влияет на уровни инфразвука в кабинах автомобилей. Разница в уровнях может достигать 10-17 дБ и более. Можно предположить, что при открытом дверном окне в кабине образуется резонансный объем с горлом (типа резонатора Гельмгольца, где салон автомобиля является резонансным объемом, а открытое окно – горлом), который засасывает в себя звуковую энергию. При этом допущении, проведенные расчеты показывают, что в большинстве случаев такой резонатор работает на частотах 8-16 Гц. Происходили случаи, когда первой реакцией водителя был испуг, что с автомобилем что-то случилось, хотя никаких причин для этого не было.

В таблице 2 представлены данные по уровням инфразвука в кабине одного из испытанных легковых автомобилей класса А при различных положениях дверных окон.

Уровни инфразвука в кабине одного из легковых автомобилей

Скорость автомобиля, км/ч	Состояние автомобиля	Уровни звукового давления в октавной полосе 16 Гц	Общий уровень звукового давления, дБ Лин.
70	Все окна закрыты	74	95.7
70	Правое заднее окно открыто на 1/3, остальные закрыты	117.9	118
70	Правое заднее окно открыто на 1/2, остальные окна закрыты	129.1	129.1
70	Правое заднее окно открыто полностью, остальные окна закрыты	130.5	130.5
70	Левое заднее окно открыто полностью, остальные окна закрыты	125.8	125.8
70	Левое переднее окно открыто полностью, остальные окна закрыты	122.5	122.5
80	Все окна закрыты	76.1	117.4
80	Правое заднее окно открыто полностью, остальные окна закрыты	132.2	132.2
90	Все окна закрыты	77.6	112.9
90	Правое заднее окно открыто полностью, остальные окна закрыты	133.1	133.2

Если с шумами в слышимом диапазоне частот можно бороться многими известными средствами, например, применением звукоизолирующих и звукопоглощающих материалов, то с инфразвуками намного сложнее. Борьба с инфразвуком в автомобиле является новой сложной технической проблемой, требующей комплексных исследований.

Проведение модального анализа, а также расчетно-экспериментальных исследований позволили выявить причины возникновения инфразвука в автомобиле. Определено, что инфразвуковые составляющие могут быть обусловлены работой двигателя, пульсациями в набегающем потоке воздуха, подвеской силового агрегата, неподрессоренными массами, а также конструктивными особенностями автомобиля. Как правило, дают достаточно эффективное снижение уровней инфразвука такие мероприятия, как ужесточение элементов каркаса кузова, изменение подвески силового агрегата, увеличение жесткости панелей или стекол.

3. Нормирование инфразвука

Результаты проведенных исследований инфразвука стали в 1980 г. основой для разработки «Гигиенических норм инфразвука на рабочих местах» №2274, а в 1996 г. санитарных норм СН 2.2.4/2.1.8.583 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой постройки». По нашим данным, нормы на уровни инфразвука введены на настоящий момент только в России. В таблицах 3 и 4 представлены нормативные требования обоих документов.

**Нормы инфразвука
(«Гигиенические нормы инфразвука на рабочих местах» №2274-80)**

Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц					Общий уровень звукового давления в дБ Лин.
2	4	8	16	31.5	
105	105	105	105	102	110

**Предельно допустимые уровни инфразвука на рабочих местах, допустимые уровни инфразвука в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки
(СН 2.2.4/2.1.8.583-96)**

Вид деятельности	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц				Общий уровень звукового давления, дБ Лин.
	2	4	8	16	
Работы с различной степенью тяжести и напряженности трудового процесса в производственных помещениях и на территории предприятий	100	95	90	85	100

Как видно из таблиц 3 и 4, за 15 лет нормы ужесточились в 2-3 раза. В настоящее время трудно обосновать такое ужесточение требований, учитывая недостаточную изученность воздействия инфразвукового излучения на человека, а также зависимости этого воздействия от разливных параметров инфразвука (частота, мощность, длительность воздействия и т.д.).

По видимому, инфразвуки с уровнями менее 110 дБ организм человека ощущает в незначительной степени. В то же время, превышение уровней звукового давления в салоне автомобиля требований Санитарных норм примерно в 300 раз, как показано в таблице 2, может повлечь за собой причинение вреда здоровью, созданию аварийной ситуации на дороге и т.п.

Поэтому необходимость введения нормирования уровней инфразвука не поддается сомнению.

Для установления предельно допустимых значений инфразвука, очевидно, необходимо проведение серьезных исследований в этой области.