	МИНОБРНАУКИ РОССИИ	
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования	
	«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» (БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)	
	БГТУ.СМК-Ф-4.2-К5-02	

Факультет	<u>О</u> шифр	<u>Естественно-научный</u> наименование
Кафедра	<u>О1</u> шифр	<u>Техносферная безопасность</u> наименование
Дисциплина	<u>Защита от шума и вибрации</u>	

Работа №1

Вариант 5

Расчет шума, проникающего в помещение с территории застройки

Выполнила студентка группы О1М31

Кобзарь Д.Д.

Фамилия И.О.

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

Дроздова Л.Ф.

Фамилия И.О.

Подпись

Санкт-Петербург
2018 г

Исходные данные

Источник: Транспортный поток

Помещение в здании	Расстояние до РТ, м	Габариты помещения			Здание		Стеклопакетный проем	
		Длина	Высота	Ширина	Материал	Толщина, мм	Толщина, мм	Площадь, м ²
Магазин	90	20	5	10	бетон	250	3	15

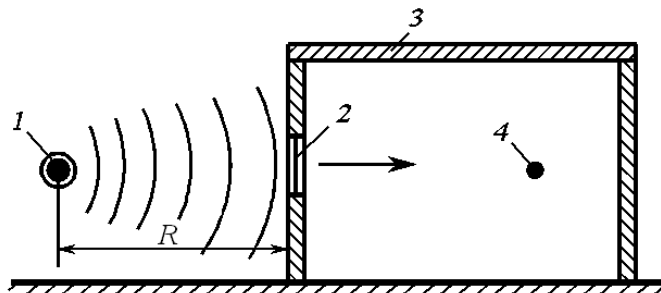


Рис.1 - Схема проникновения звука от наружного источника в помещение:
 1 – источник шума; 2 – закрытый проем (остекление); 3 – помещение;
 4 – расчетная точка.

Таблица 1 - Данные источника шума.

Источник шума	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								УЗ, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Транспортный поток	80	97	88	75	74	70	65	60	80

Формула для расчета.

Расчет уровней звукового давления в помещении производится по формуле:

$$L = L_{\text{ист}} - 10 \lg \frac{R}{R_0} + 10 \lg S - 10 \lg \text{ЗИ} - 10 \lg B - 10 \lg K + 6, \text{ дБ}$$

$L_{\text{ист}}$ - уровень звукового давления ИШ, дБ;

R_0 - расстояние, на котором были сделаны измерения ИШ, $R_0=7,5$ м;

R - расстояние от ИШ до РТ, м;

S - площадь оконного проема, через которое проходит шум, м²;

ЗИ- звукоизоляция ограждения, дБ;

B - акустическая постоянная помещения, м²;

K - коэффициент искажения звукового поля в помещении, $K=1,6$.

Звукоизоляцию помещения и постоянную помещения определяем по СНиП II-12-77 «Защита от шума» .

Постоянную помещения B , м^2 , в октавных полосах частот следует определять по формуле:

$$B = B_{1000}\mu, \quad (1)$$

где B_{1000} – постоянная помещения, м^2 , на среднегеометрической частоте 1000 Гц, определяемая по таблице 3 СНиП II-12-77 «Защита от шума» в зависимости от объёма V , м^3 , и типа помещения.

По условию помещение – магазин, значит постоянная помещения в

$$B_{1000} = \frac{V}{6}, \text{ м}^2.$$

$$B_{1000} = \frac{20 \cdot 5 \cdot 10}{6} = 167, \text{ м}^2.$$

μ – частотный множитель, определяемый по табл.4 СНиП II-12-77 «Защита от шума».

$$V = 20 \cdot 5 \cdot 10 = 1000 \text{ м}^3$$

Таблица 2 - Частотный множитель для данного объёма помещения.

Объем помещения V , м^3	Частотный множитель μ на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1000	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2

Частотная характеристика изоляции воздушного шума перегородкой из тяжелого бетона плотностью 2300 кг/м^3 и толщиной 250 мм.

Построение частотной характеристики производим в соответствии с рисунком 1 (СП 23-103-2003). Находим частоту, соответствующую точке B , по таблице 8 (СП 23-103-2003):

$$f_B = 29000 / h = 29000 / 250 = 116 \approx 125 \text{ Гц}.$$

Округляем до среднегеометрической частоты 1/3-октавной полосы, в пределах которой находится f_B .

Определяем поверхностную плотность ограждения $m = \gamma h$, в данном случае $m = 2300 \cdot 0,25 = 575 \text{ кг/м}^2$.

Определяем ординату точки B по формуле (5) СП 23-103-203, учитывая, что в нашем случае $K = 1$:

$$R_B = 201g m_s - 12 = 201g 575 - 12 = 43,2 \approx 43 \text{ дБ.}$$

Из точки B влево проводим горизонтальный отрезок BA , вправо от точки B - отрезок BC с наклоном 6 дБ на октаву до точки C с ординатой 65 дБ. Точка C соответствует частоте 10000 Гц, т.е. находится за пределами нормируемого диапазона частот.

Рассчитанная частотная характеристика изоляции воздушного шума рассмотренной перегородкой приведена на рисунке 2.

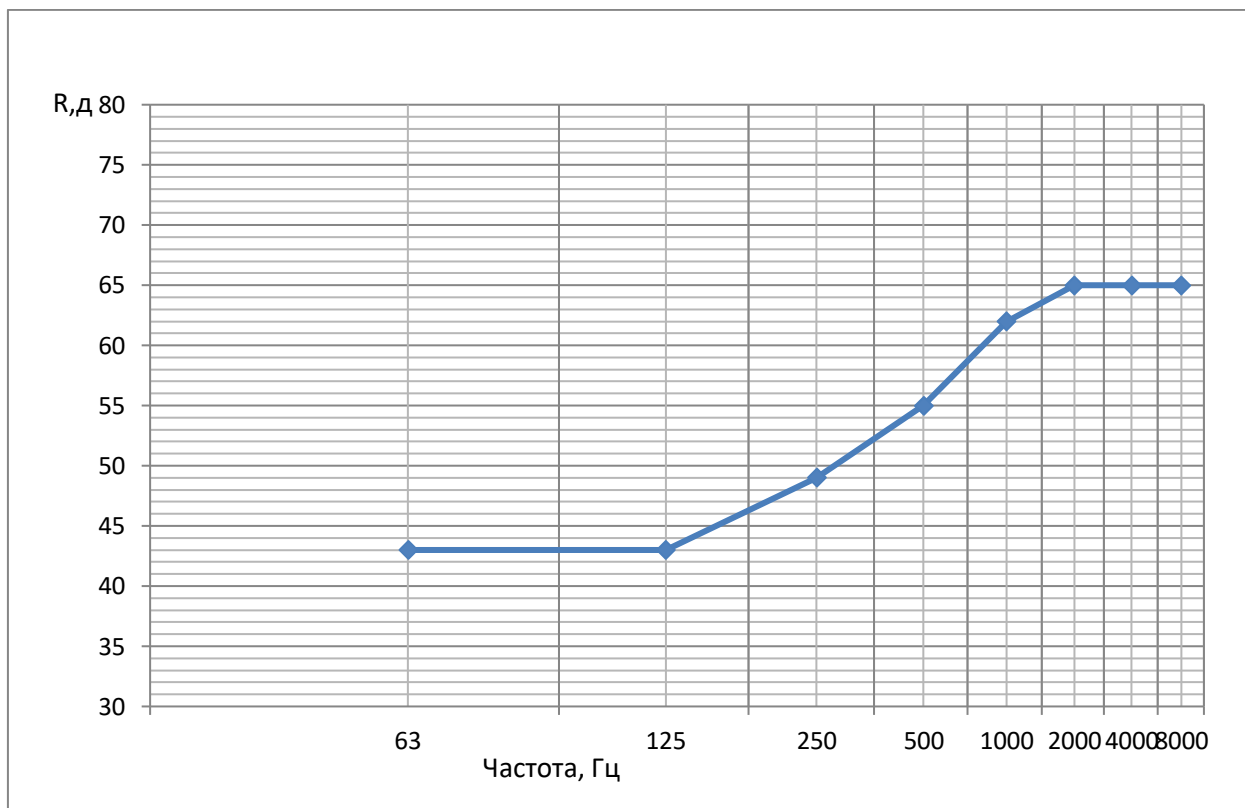


Рис.2 - Частотная характеристика изоляции воздушного шума рассмотренной перегородкой (стена – бетон).

Таблица 3 - Изоляция воздушного шума стенами.

ЗИ перегородки, дБ	Частотный множитель μ на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
R	43	43	49	55	62	65	65	65

Определяем изоляцию воздушного шума проема, остекленным одним стеклом толщиной 3 мм. Находим по таблице 11(СП 23-103-2003) координаты точек B и C , $f_B = 6000 / 3 = 2000$ Гц, $f_C = 12000 / 3 = 4000$ Гц, $R_B = 35$ дБ, $R_C = 29$ дБ. Строим частотную характеристику в соответствии со схемой на рисунке 5 (СП 23-103-2003). Из точки B проводим влево отрезок BA с наклоном 4,5 дБ на октаву, из точки C вправо - отрезок CD с наклоном 7,5 дБ на октаву (рисунок 3).

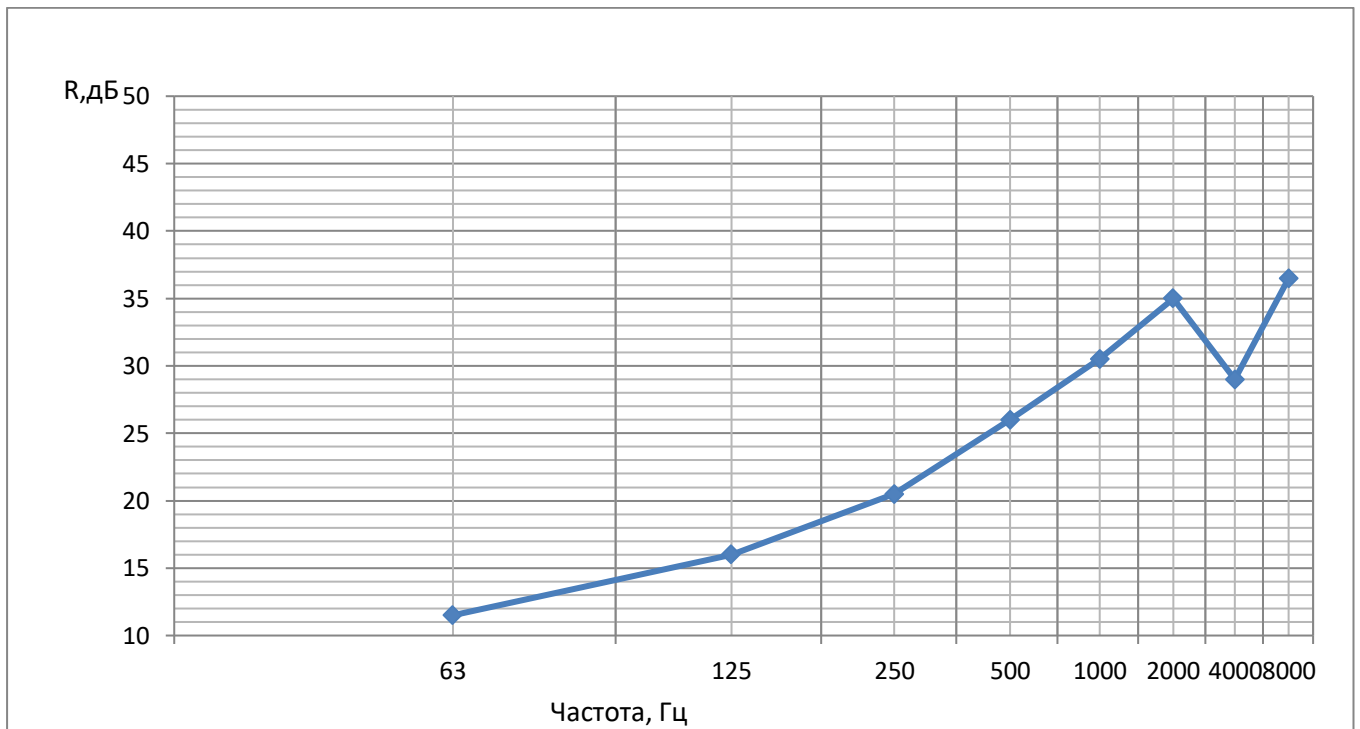


Рис.3 - Частотная характеристика изоляции воздушного шума рассмотренной перегородкой (стекло).

Таблица 3 - Изоляция воздушного шума перегородкой (стекло).

ЗИ перегородки, дБ	Частотный множитель μ на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
R	11,5	16	20,5	26	30,5	35	29	36,5

Выбирается путь прохождения звука через ограждение с минимальной звукоизоляцией, т.е. рассмотренной перегородкой из стекла.


Таблица 5 - Расчет уровней звукового давления на среднегеометрических частотах октавных полос.

Аналитические выражения и показатели	Октавные полосы со среднегеометрической частотой, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{ист}$	80	97	88	75	74	70	65	60
$10lg \frac{R}{R_0}$	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8
$10lgS$	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
ЗИ	11,5	16	20,5	26	30,5	35	29	36,5
$10lgЗИ$	10,6	12,0	13,2	14,1	14,8	15,4	14,6	15,6
B	108,5	103,5	106,9	125,3	167,0	250,5	400,8	701,4
$10lgB$	20,4	20,2	20,3	21,0	22,2	24,0	26,0	28,5
$10lgK$	2	2	2	2	2	2	2	2
$10lg4$	6	6	6	6	6	6	6	6
L	54	53	52	50	48	46	44	41

Таблица 6 - Уровни звукового давления на среднегеометрических частотах октавных полос, а так же превышение над допустимыми уровнями шума.

Расчетная точка	Уровни звукового давления дБ, в октавных полосах со среднегеометрической частотой, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L (полученное по формуле)	54	53	52	50	48	46	44	41
Допустимые уровни шума для заданного помещения дневное время с 7.00-23.00 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 табл.3	79	70	63	59	55	53	51	49
Превышение	-	-	-	-	-	-	-	-

Вывод: полученные данные уровней звукового давления на среднегеометрических частотах октавных полос удовлетворяют допустимым уровням шума для заданного помещения в дневное время с 7.00-23.00 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 табл.3. Следовательно, мероприятия по снижению шума не требуются.

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» (БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)
	БГТУ.СМК-Ф-4.2-К5-02

Факультет	<u>О</u> шифр	<u>Естественно-научный</u> наименование
Кафедра	<u>О1</u> шифр	<u>Техносферная безопасность</u> наименование
Дисциплина	<u>Защита от шума и вибрации</u>	

Работа №2

Вариант 5

Расчёт внешнего шума транспортного средства от основных
источников излучения

Выполнила студентка группы О1М31
Кобзарь Д.Д.
Фамилия И.О.

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ
Дроздова Л.Ф.
Фамилия И.О.

Подпись

Санкт-Петербург
2018 г

Расчет внешнего шума транспортного средства от основных источников излучения

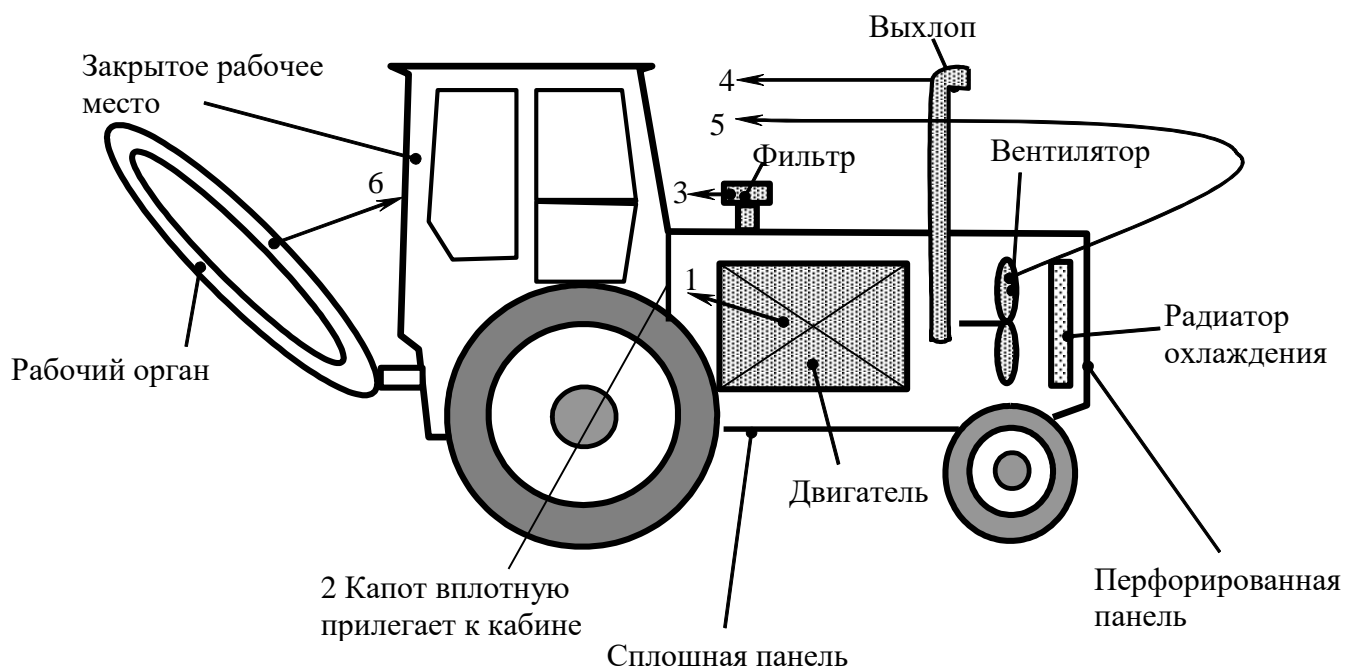


Рисунок 1 - Схема транспортного средства.

1. Двигатель;
2. Капот двигателя
3. Всасывающий фильтр
4. Глушитель выпуска
5. Вентилятор охлаждающей системы
6. Кабина оператора

Таблица 1 - Исходные данные.

Исходные данные	Октавная полоса со среднегеометрической частотой, ГЦ							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{\omega.дв.}$	85	109	102	101	99	87	86	85
$L_{W.всас.}$	75	87	79	80	75	70	70	62
$L_{W.вент.}$	87	98	94	86	83	82	81	74
$L_{W.вып.}$	99	107	95	89	87	85	80	75

Расчетная точка на расстоянии R от транспортного средства равна 25 м, по условию.

1. Шум выпуска во внешнем поле определяется по формуле:

$$L_{\text{вып}}^{\text{внеш.}} = L_{\text{вып}} - 20 \lg R_{\text{вып}} + ПН_{\text{вып.}} + \beta_{\text{вып.}} - x_1, \text{дБ} \quad (1)$$

где $L_{\text{вып}}$ - звуковая мощность, излучаемая выпуском, дБ;

$R_{\text{вып}}$ - расстояние от среза выпускной трубы до расчетной точки внешнего поля, м,

$ПН_{\text{вып}}$ - показатель направленности выпуска, дБ, ($ПН_{\text{вып}}=0$).

$\beta_{\text{вып}}$ - добавка, учитывающая расположение выпускной трубы на транспортной машине, дБ; равная 0 при выводе трубы вверх на капот; равная 5 при выводе вбок по ходу движения; равная 8 при выводе в сторону расчетной точки, ($\beta_{\text{вып}}=0$).

x_1 - числовая добавка, которая при $\Omega = \pi$ равна 5 дБ, при $\Omega = 2\pi$ равна 8 дБ, $\Omega = 4\pi$ равна 11 дБ, (Ω - пространственный угол излучения источников, при излучении в открытое пространство он составляет 4π , в полупространство 2π , в двухгранный угол - π), ($x_1=11$ дБ).

2. Шум всасывания во внешнем поле определяется по формуле:

$$L_{\text{всас.}}^{\text{внеш.}} = L_{\text{всас.}} - 20 \lg R_{\text{всас.}} + ПН_{\text{всас.}} - \beta_{\text{всас.}} - x_1, \text{дБ} \quad (2)$$

где $L_{\text{всас.}}$ - звуковая мощность, излучаемая всасыванием, дБ;

$R_{\text{всас.}}$ - расстояние от всасывания до расчетной точки внешнего поля, м;

$ПН_{\text{всас.}}$ - показатель направленности всасывания, дБ, ($ПН_{\text{всас.}}=0$).

$\beta_{\text{всас.}}$ - добавка, учитывающая расположение всасывания по отношению к расчетной точке внешнего поля, дБ, ($\beta_{\text{всас.}}=0$).

3. Шум вентилятора системы охлаждения, заключенного в свой капот вентилятора, и проникающий во внешнее поле через панели ограждения капота вентилятора, определяется по формуле:

$$L_{\text{вент.кап.}}^{\text{внеш.}} = L_{\text{вент.}} - 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.вент.}i}}{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.вент.}i} \cdot 10^{-0,1(ЗИ_{\text{кап.вент.}i} + t_{\text{кап.}i})}} +$$

$$+ 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.вент.}i}}{S_{\text{кап.вент.}}} - 15 \lg R_{\text{кап.вент.}} - x_1, \text{дБ} \quad (3)$$

где $L_{\text{вент.}}$ - звуковая мощность, излучаемая вентилятором системы охлаждения, дБ;

$S_{\text{кап.вент.}}$ - площадь ограждений капота вентилятора, через которые проникает звук, м²;

$S_{\text{кап.}i.\text{вент.}}$ - площадь i -ой панели капота вентилятора, через которую звук проникает в открытое пространство, м²;

m - число панелей капота;

$ЗИ_{\text{кап.}i.\text{вент.}}$ - звукоизоляция i -ой панели капота вентилятора, дБ;

$t_{\text{кап.}i}$ - добавка к звукоизоляции панелей капота вентилятора в зависимости от их расположения по отношению к расчетной точке транспортного средства, дБ;

$R_{\text{кап.вент.}}$ - усредненное расстояние от капота вентилятора до расчетной точки внешнего поля, м;

4. Шум двигателя, заключенного в капот, проникающий во внешнее поле через панели ограждения капота, определяется по формуле:

$$L_{\text{дв.кап}}^{\text{внеш.}} = L_{\text{wдв}} - 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.i.дв.}}}{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.i.дв.}} \cdot 10^{-0,1(3I_{\text{кап.i.дв.}} + t_{\text{кап.i}})}} +$$

$$+ 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.i.дв.}}}{S_{\text{кап.дв.}}} - 15 \lg R_{\text{кап.дв.}} - x_1, \text{дБ} \quad (4)$$

где $L_{\text{wдв}}$ - звуковая мощность, излучаемая двигателем, дБ;

$S_{\text{кап.дв.}}$ - площадь ограждений капота двигателя, через которые проникает звук, м²;

$S_{\text{кап.i.дв.}}$ - площадь i -ой панели капота двигателя, через которую звук проникает в открытое пространство, м²;

m - число панелей капота (4);

$3I_{\text{кап.i.дв.}}$ - звукоизоляция i -ой панели капота двигателя, дБ;

$t_{\text{кап.i}}$ - добавка к звукоизоляции панелей капота двигателя в зависимости от их расположения по отношению к расчетной точке транспортного средства, дБ (5дБ);

$R_{\text{кап.дв.}}$ - усредненное расстояние от капота двигателя до расчетной точки внешнего поля, м;

S_1 (верхняя панель капота) = 180х85=1,53 (м²)

S_2, S_3 (боковые панель капота) = 180х60=1,08 (м²)

S_4 (передняя панель капота) = 85х60 = 0,51(м²)

$m=4$ – число панелей.

Этапы расчета внешнего шума по формулам (1-4), представляются в таблице 2.

Таблица 2

Аналитические выражения и показатели	Октавная полоса со среднегеометрической частотой, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{\omega, \text{дв.}} - \text{по варианту}$	85	109	105	101	99	87	86	85
$\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.и.дв.}} (\text{констр. разм.})$	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
$10 \cdot \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.и.дв.}}}{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.дв.}} \cdot 10^{-0.1 \cdot (3I_{\text{кап.дв.}} + I_{\text{кап.и.дв.}})}}$	17	21,5	26	30,5	35	39,5	44,5	36
$S_{\text{кап.дв.}} (\text{констр. разм.})$	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
$10 \cdot \lg \sum_{i=1}^m \frac{S_{\text{кап.и.дв.}}}{S_{\text{кап.дв.}}}$	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
$R_{\text{кап.дв.}} (\text{констр. разм.})$	25	25	25	25	25	25	25	25
$15 \cdot \lg R_{\text{кап.дв.}}$	21	21	21	21	21	21	21	21
X	2	2	2	2	2	2	2	2
$L_{\text{кап.дв.}}^{\text{внеш.}} (\text{формула 4})$	46	66	57	49	42	26	20	27
$L_{W_{\text{вент.}}}$	87	98	94	86	83	82	81	74
$\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.вент.и}} (\text{констр. разм.})$	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
$S_{\text{кап.вент.}} (\text{констр. разм.})$	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
$10 \cdot \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.вент.и}}}{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.вент.и}} \cdot 10^{-0.1 \cdot (3I_{\text{кап.вент.и}} + f_{\text{кап.и.вент.и}})}}$	17	21,5	26	30,5	35	39,5	44,5	36
$10 \cdot \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.вент.и}}}{S_{\text{кап.вент.}}}$	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
$R_{\text{кап.вент.}} (\text{констр. разм.})$	25	25	25	25	25	25	25	25

$15 \cdot \lg R_{\text{кап.вент.}}$	21	21	21	21	21	21	21	21
X	2	2	2	2	2	2	2	2
$L_{\text{вент.кап.}}^{\text{внеш.}} \text{ (формула 3)}$	48	55	46	34	26	21	15	16
$L_{W.\text{вып.}}$	99	107	95	89	87	85	80	75
$R_{\text{вып.}} \text{ (констр. разм)}$	25	25	25	25	25	25	25	25
$20 \cdot \lg R_{\text{вып.}}$	14	14	14	14	14	14	14	14
$ПН_{\text{вып.}} \text{ (эксперим.)}$	0	0	0	0	0	0	0	0
$\beta_{\text{вып.}}$	0	0	0	0	0	0	0	0
X_1	11	11	11	11	11	11	11	11
$L_{\text{вып.}}^{\text{внеш.}} \text{ (формула 1)}$	74	82	70	64	62	60	55	50
$L_{W.\text{всас.}}$	75	87	79	80	75	70	70	62
$R_{\text{всас.}} \text{ (констр. разм.)}$	25	25	25	25	25	25	25	25
$20 \cdot \lg R_{\text{всас.}}$	14	14	14	14	14	14	14	14
$ПН_{\text{всас.}}$	0	0	0	0	0	0	0	0
$\beta_{\text{всас.}}$	0	0	0	0	0	0	0	0
X_1	11	11	11	11	11	11	11	11
$L_{\text{всас.}}^{\text{внеш.}} \text{ (формула 2)}$	50	62	54	55	50	45	45	37

Определяем изоляцию капота, изготовленным из стали толщиной 1,5 мм. Находим по таблице 11(СП 23-103-2003) координаты точек B и C , $f_B = 6000 / 1,5 = 4000$ Гц, $f_C = 12000 / 1,5 = 4000$ Гц, $R_B = 39$ дБ, $R_C = 31$ дБ. Строим частотную характеристику в соответствии со схемой на рисунке 5 (СП 23-103-2003). Из точки B проводим влево отрезок BA с наклоном 4,5 дБ на октаву, из точки C вправо - отрезок CD с наклоном 7,5 дБ на октаву (рисунок 1).

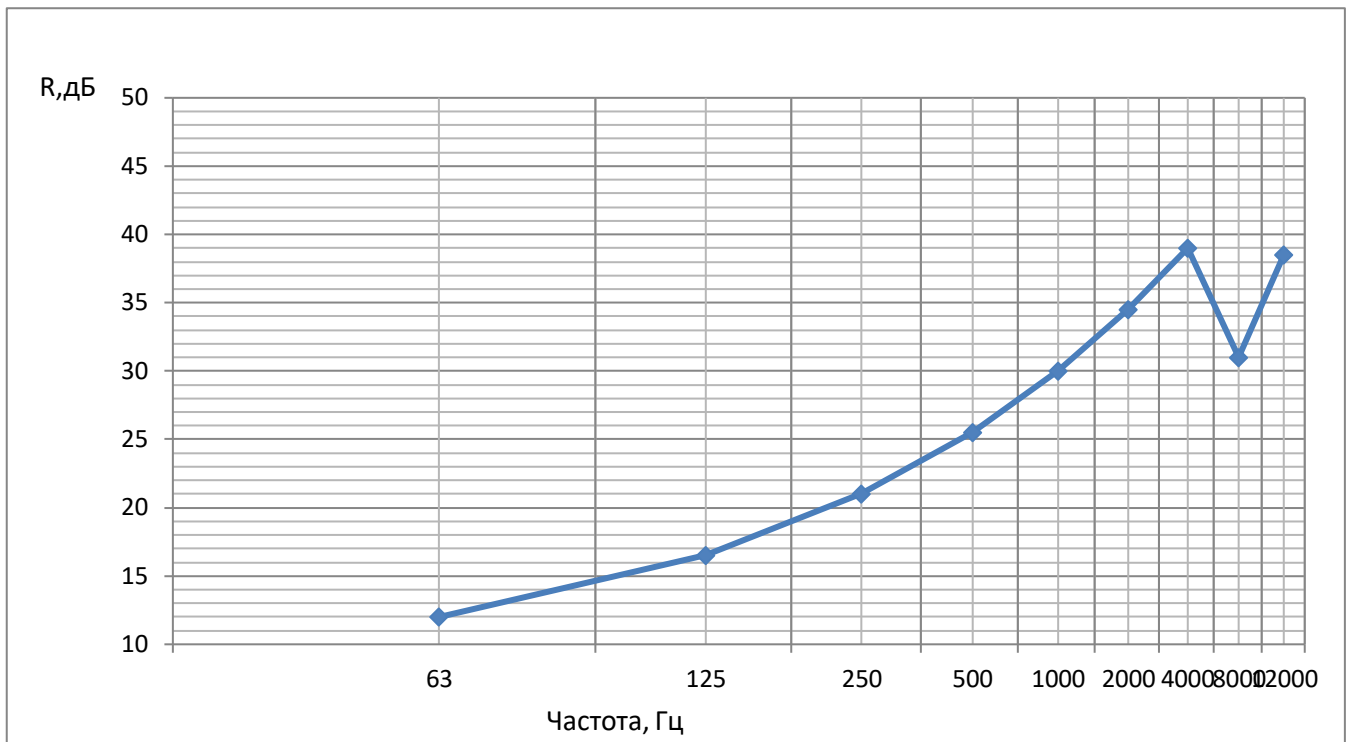


Рис.1 - Частотная характеристика изоляции капота, изготовленного из стали толщиной 1.5 мм.

Таблица 3 - Изоляция шума перегородкой (капот из стали).

ЗИ перегородки, дБ	Частотный множитель μ на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
R	12	16,5	21	25,5	30	34,5	39	31

5. Суммарный расчетный спектр шума внешнего поля от всех источников излучения на стоянке определяется по формуле:

$$L_{\text{сум.}}^{\text{внеш.}} = 10 \cdot \lg \left(10^{0,1 L_{\text{дв. кап.}}^{\text{внеш.}}} + 10^{0,1 L_{\text{вент. кап.}}^{\text{внеш.}}} + 10^{0,1 L_{\text{вып.}}^{\text{внеш.}}} + 10^{0,1 L_{\text{всас.}}^{\text{внеш.}}} \right), \text{ дБ} \quad (5)$$

Результаты расчета внешнего шума по формулам (1-5) приводятся в табл.2

Таблица 2


Источники излучения и каналы проникновения.	Уровни звукового давления в дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами в Гц.								УЗ, ДБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
$L_{\text{кап.дв.}}^{\text{внеш.}}$	46	66	57	49	42	26	20	27	53
$L_{\text{вент.кап.}}^{\text{внеш.}}$	48	55	46	34	26	21	15	16	42
$L_{\text{вып.}}^{\text{внеш.}}$	74	82	70	64	62	60	55	50	70
$L_{\text{всас.}}^{\text{внеш.}}$	50	62	54	55	50	45	45	37	56
$L_{\text{расч.}}^{\text{внеш.}}$ (формула 5)	74	82	70	64	62	60	55	50	70
Допустимые уровни шума для заданного помещения дневное время с 7.00-23.00 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 табл.3	79	70	63	59	55	53	51	49	63
Превышение	-	12	7	5	7	7	4	1	7

6. Анализ вклада источников внешнего шума транспортного средства и рекомендации по его снижению.

Уровень шума в расчётной точке полностью определяется излучением выпуска во внешнем поле, остальные источники не оказывают заметного вклада в экспозицию суммарного шумового излучения в расчетную точку.

Полностью шум убрать нельзя, но возможно его снизить. Для создания тихого выхлопа применяют разные способы:

- монтируют другой глушитель на месте старого;
- монтируют добавочный резонатор;
- монтируют резонатор, оснащенный поглощающим наполнителем.

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ	
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования	
	«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» (БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)	
	БГТУ.СМК-Ф-4.2-К5-02	

Факультет	<u>О</u> шифр	<u>Естественно-научный</u> наименование
Кафедра	<u>О1</u> шифр	<u>Техносферная безопасность</u> наименование
Дисциплина	<u>Защита от шума и вибрации</u>	

Работа №3

Вариант 5

Расчет шума в кабине строительно-дорожной машины СДМ

Выполнила студентка группы О1М31

Кобзарь Д.Д.

Фамилия И.О.

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

Дроздова Л.Ф.

Фамилия И.О.

Подпись

Санкт-Петербург
2018 г

Расчет шума в кабине строительно-дорожной машины СДМ

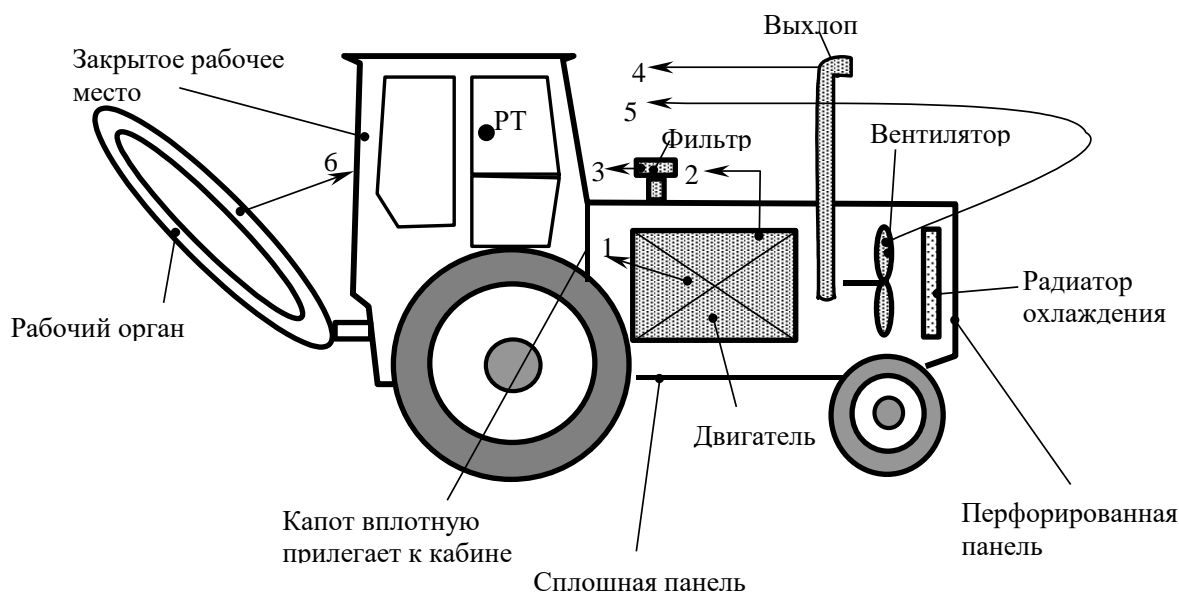


Таблица 1 - Исходные данные.

Выражения, входящие в формулы (2) и (5)	Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Шум выпуска, $L_{W_{\text{вып}}}$, дБ	108	98	97	94	93	89	83	76
$ГН_{\text{вып}}$, дБ	-0,5	-0,5	-1,0	-2,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0
Шум всасывания, $L_{W_{\text{всас}}}$, дБ	85	76	78	75	74	69	62	56
$\bar{\alpha}_3$	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	0,09
$\bar{\alpha}_{\text{каб}}$	0,14	0,16	0,16	0,20	0,22	0,23	0,24	0,24

Таблица 2 – Исходные данные по варианту.

Вариант	Суммарный шум под капотом двигателя, $L_{W_{\text{сум}}}^{\text{кап}}$, дБ в октавных полосах частот								Капот, стенки δ , мм	Капот, нижняя панель, δ , мм	Кабина пол, δ , мм
5	97	103	102	101	99	87	86	90	1,8	2,8	3,2

- 1 – Шум выпуска, проникающий на рабочее место через панели ограждения кабины, с учетом дифракционных явлений;
- 2 – Шум всасывания, проникающий на рабочее место через панели ограждения кабины, с учетом дифракционных явлений;
- 3 – Шум из моторного отсека, проникающий на рабочее место через ограждения капота и далее через панели кабины, за исключением пола и перегородки;
- 4 – Шум, проходящий в кабину от моторного отсека через нижнюю панель капота и далее через пол кабины, с учетом отражения от поверхности.

$$L_{сум.}^{каб} = 10 \lg (10^{0,1 L_{вып.}^{каб.}} + 10^{0,1 L_{всас.}^{каб.}} + 10^{0,1 L_{кап.м.отс.}^{каб.}} + 10^{0,1 L_{пол.м.отс.}^{каб.}}) \quad (1)$$

1. Шум выпуска, проходящий на рабочее место оператора через панели ограждений кабины, за исключением пола и перегородки, с учетом дифракционных явлений определяется по следующей формуле:

$$L_{вып}^{каб} = L_{W_{вып}} - 20 \lg R_{вып} - 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n S_{каб i}}{\sum_{i=1}^n S_{каб i} \cdot 10^{-0,1(3И_{каб i} + t_{диф}^{каб})}} +$$

$$+ 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n S_{каб i}}{A_{каб}} + ПН_{вып} - x + 6, \quad (2)$$

где $L_{W_{вып}}$ — уровень звуковой мощности, излучаемой при выпуске;

$R_{вып}$ — расстояние от среза выпускной трубы до ближайшей панели кабины;

$S_{каб i}$ и $3И_{каб i}$ — соответственно площадь и звукоизоляция i -го элемента ограждения, через которое шум выпуска проникает в кабину;

n — число этих элементов; $ПН_{вып}$ — показатель направленности шума выпуска;

$t_{диф}^{каб}$ — добавка к звукоизоляции i -го ограждения кабины, равная 5 дБ для

потолка и боковых панелей и 8 дБ для задней панели по отношению к выпускной трубе.

Шум выпуска проходит на рабочее место оператора через переднюю панель кабины, состоящую из стали 1,8мм и лобового окна (стекло толщиной 1,5мм).

Определяем изоляцию передней панели кабины, изготовленной из стали толщиной 1,8 мм. Находим по таблице 11(СП 23-103-2003) координаты точек B и C , $f_B = 6000 / 1,8 = 3300$ Гц, $f_C = 12000 / 1,8 = 6600$ Гц, $R_B = 39$ дБ, $R_C = 31$ дБ. Строим частотную характеристику в соответствии со схемой на рисунке 5 (СП 23-103-2003). Из точки B проводим влево отрезок BA с наклоном 4,5 дБ на октаву, из точки C вправо - отрезок CD с наклоном 7,5 дБ на октаву (рисунок 1).

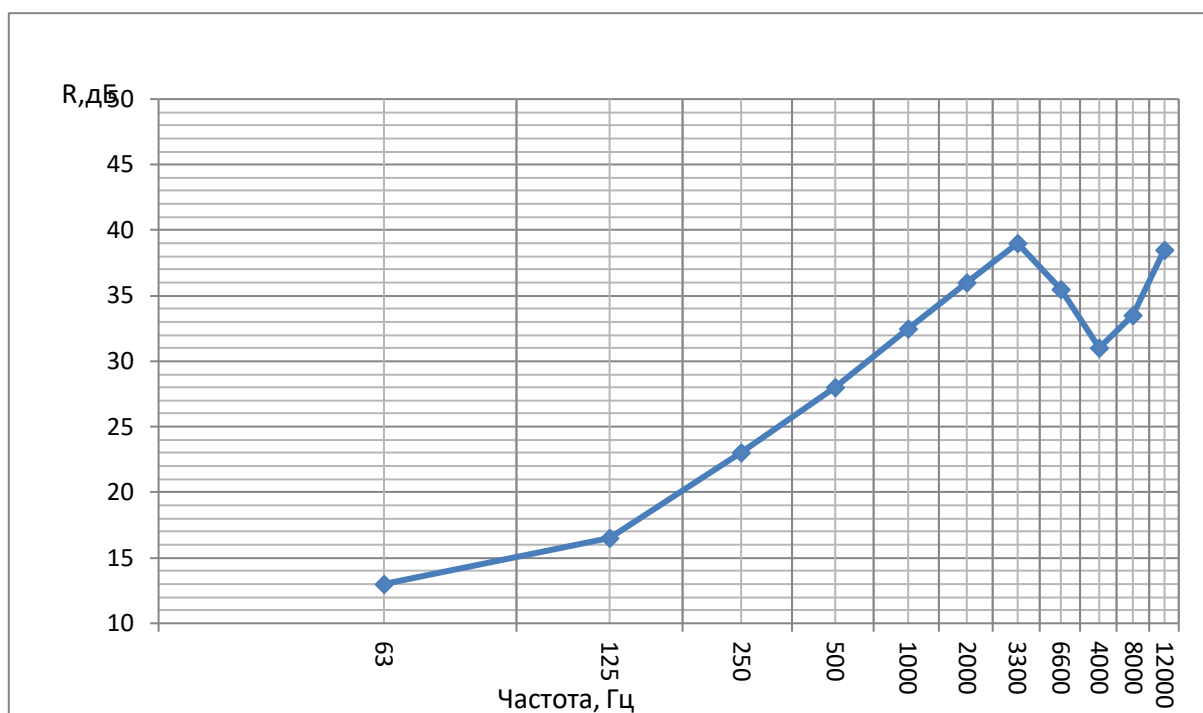


Рис.1 - Частотная характеристика изоляции передней панели кабины, изготовленного из стали толщиной 1.8 мм.

Таблица 3 - Изоляция шума перегородкой (капот из стали).

ЗИ перегородки, дБ	Частотный множитель μ на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
R	13	16.5	23	28	32.5	36	35.5	32.5

Определяем изоляцию отверстия передней панели кабины СДМ, изготовленной из стекла толщиной 3 мм. Находим по таблице 11(СП 23-103-2003) координаты точек B и C , $f_B = 6000 / 3 = 2000$ Гц, $f_C = 12000 / 3 = 4000$ Гц, $R_B = 35$ дБ, $R_C = 29$ дБ. Строим частотную характеристику в соответствии со схемой на рисунке 5 (СП 23-103-2003). Из точки B проводим влево отрезок BA с наклоном 4,5 дБ на октаву, из точки C вправо - отрезок CD с наклоном 7,5 дБ на октаву (рисунок 3).

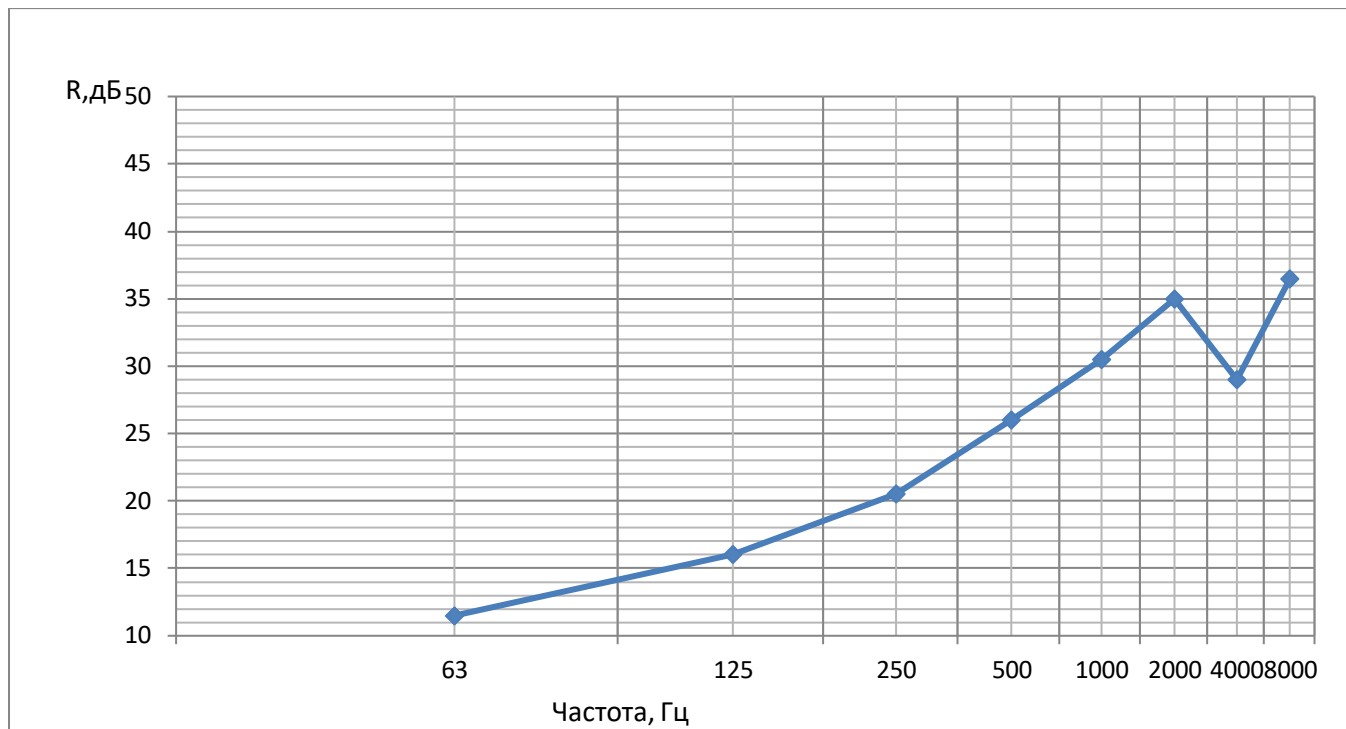


Рис.2 - Частотная характеристика изоляции отверстия передней панели кабины СДМ, изготовленной из стекла толщиной 3 мм.

Таблица 3 - Изоляция отверстия передней панели кабины СДМ, изготовленной из стекла толщиной 3 мм.

ЗИ перегородки, дБ	Частотный множитель μ на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
R	11,5	16	20,5	26	30,5	35	29	36,5

Выбирается путь прохождения звука через ограждение с минимальной звукоизоляцией, т.е. рассмотренной перегородкой из стекла.

2. **Шум всасывания**, проникающий в кабину, определяется по аналогичной формуле:

$$L_{\text{всас}}^{\text{каб}} = L_{W_{\text{всас}}} - 20 \lg R_{\text{всас}} - 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}_i}}{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}_i} \cdot 10^{-0,1(3I_{\text{каб}_i} + t_{\text{дифр}_i}^{\text{каб}})}} +$$

$$+ 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}_i}}{A_{\text{каб}}} + \text{ПН}_{\text{всас}} - x + 6, \quad (3)$$

где обозначения также аналогичны.

3. **Шум моторного отсека**, проникающий на рабочее место через **ограждения капота** и далее через панели кабины, за исключением пола и перегородки, определяется по формуле

$$L_{\text{кап.мотор.отс.}}^{\text{каб}} = L_{W_{\text{сум}}}^{\text{кап}} + 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап}_i}}{S_{\text{кап.общ}}} - 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап}_i}}{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап}_i} 10^{-0,1(3I_{\text{кап}_i} + t_{\text{кап}_i})}} -$$

$$- 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}_i}}{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}_i} \cdot 10^{-0,1(3I_{\text{каб}_i} + t_{\text{дифр}_i}^{\text{каб}})}} + 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}_i}}{A_{\text{каб}}} - x_1 + 6, \quad (4)$$

где $S_{\text{кап}_i}$ и $3I_{\text{кап}_i}$ — соответственно площадь и звукоизоляция i -й панели капота моторного отсека, через которую звук проникает в открытое пространство; m — число панелей капота;

$t_{\text{кап}_i}$ — добавка к звукоизоляции панелей капота моторного отсека в зависимости от их расположения по отношению к кабине;

Определяем изоляцию нижней панели капота, изготовленной из стали толщиной 2,8 мм. Находим по таблице 11(СП 23-103-2003) координаты точек B и C , $f_B = 6000 / 2,8 = 2140$ Гц, $f_C = 12000 / 2,8 = 4280$ Гц, $R_B = 39$ дБ, $R_C = 31$ дБ. Строим частотную характеристику в соответствии со схемой на рисунке 5 (СП 23-103-2003). Из точки B проводим влево отрезок BA с наклоном 4,5 дБ на октаву, из точки C вправо - отрезок CD с наклоном 7,5 дБ на октаву (рисунок 3).

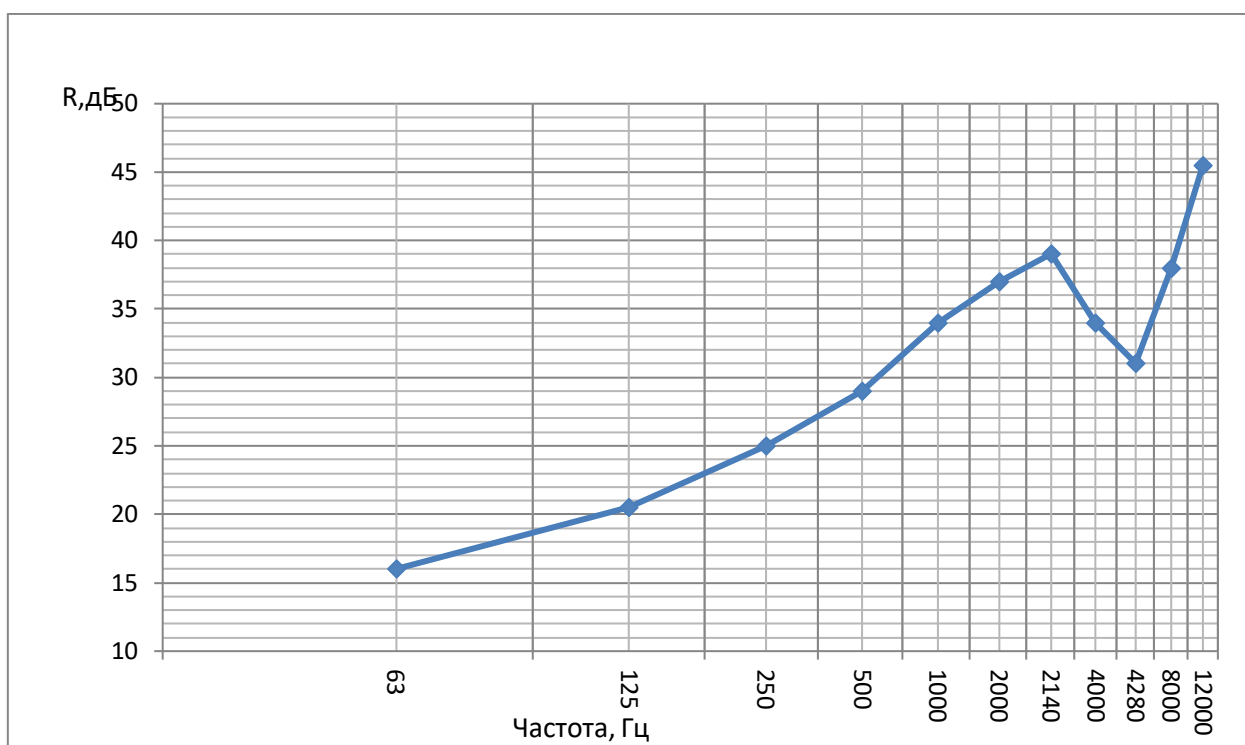


Рис.3 - Частотная характеристика изоляции нижней панели капота, изготовленной из стали толщиной 2,8 мм.

Таблица 4 - Изоляция нижней панели капота, изготовленной из стали толщиной 2,8 мм.

ЗИ перегородки, дБ	Частотный множитель μ на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
R	16	20,5	25	29	34	36	30,5	38

4. Шум, проходящий в кабину от моторного отсека через нижнюю панель капота и далее через пол кабины, с учетом отражения от опорной поверхности (бетон, земля, гравий и др.), определяется по формуле

$$L_{\text{пол.мотор.отс}}^{\text{каб}} = L_{W_{\text{сум}}}^{\text{кап}} - \text{ЗИ}_{\text{ниж.пан}} + 10 \lg \frac{S_{\text{ниж.пан}}}{S_{\text{кап.общ}}} + 10 \lg (1 - \bar{\alpha}_3) -$$

$$- 20 \lg \sqrt{h_{\text{мотор.отс}}^2 + \left(\frac{R_{\text{мотор.отс}}}{2} \right)^2} - \text{ЗИ}_{\text{пол}} + 10 \lg \frac{S_{\text{пол}}}{A_{\text{каб}}} + 1, \quad (5)$$

где $L_{W_{\text{сум}}}^{\text{кап}}$ — уровни звуковой мощности под капотом силовой установки;

$S_{\text{ниж.пан}}$ и $\text{ЗИ}_{\text{ниж.пан}}$ — соответственно площадь и звукоизоляция нижней панели капота моторного отсека;

$S_{\text{пол}}$ и $\text{ЗИ}_{\text{пол}}$ — площадь и звукоизоляция пола кабины;

$\bar{\alpha}_3$ — средний коэффициент звукопоглощения отражающей поверхности, на которой расположена СДМ;

$h_{\text{мотор.отс}}$ — высота установки моторного отсека над этой поверхностью;

$R_{\text{мотор.отс}}$ — усредненное расстояние между геометрическим центром моторного отсека и полом кабины СДМ.

Определяем изоляцию пола кабины, изготовленной из стали толщиной 3,2 мм. Находим по таблице 11 (СП 23-103-2003) координаты точек B и C , $f_B = 6000 / 3,2 = 1875$ Гц, $f_C = 12000 / 3,2 = 3750$ Гц, $R_B = 39$ дБ, $R_C = 31$ дБ. Строим частотную характеристику в соответствии со схемой на рисунке 5 (СП 23-103-2003). Из точки B проводим влево отрезок BA с наклоном 4,5 дБ на октаву, из точки C вправо - отрезок CD с наклоном 7,5 дБ на октаву (рисунок 4).

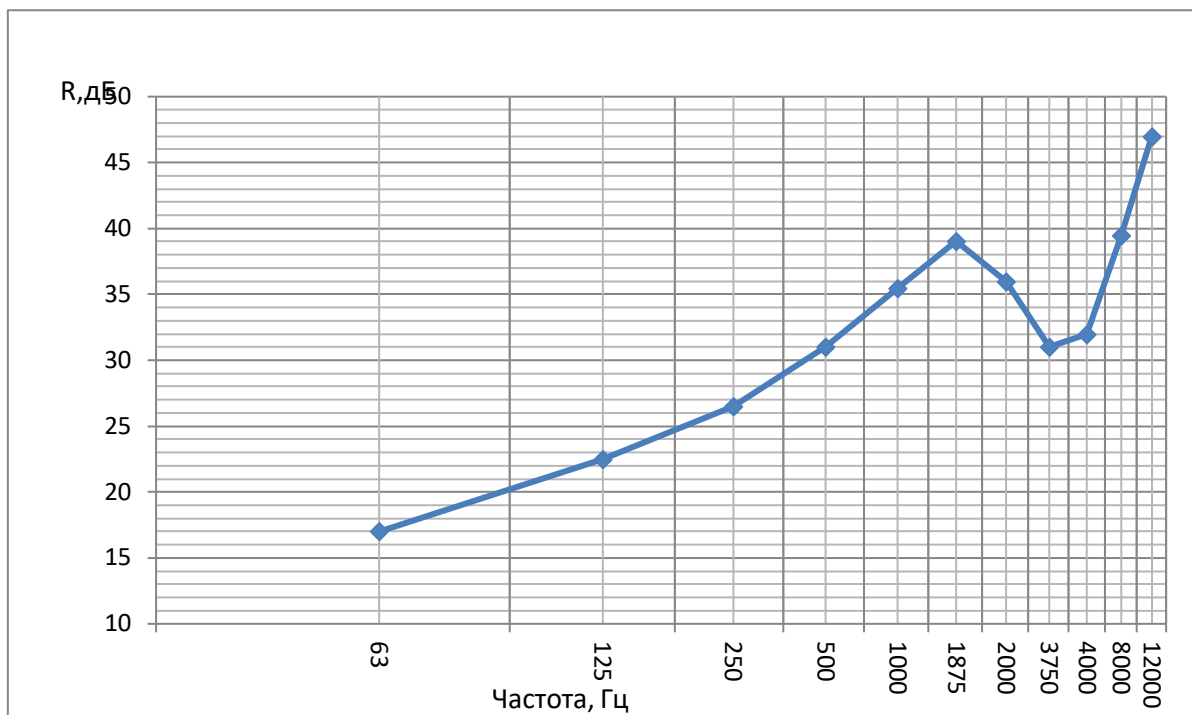


Рис.4 - Частотная характеристика изоляции пола кабины, изготовленной из стали толщиной 3,2 мм.

Таблица 5 - Изоляция пола кабины, изготовленной из стали толщиной 3,2 мм.

ЗИ перегородки, дБ	Частотный множитель μ на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
R	17	22,5	26,5	31	35,5	36	32	39,5

Результаты расчета по формуле (1) приводятся в табл. 6

Таблица 6 - Расчетные спектры шума в кабине СДМ.

Источники излучения и каналы проникновения шума	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{\text{вып}}^{\text{каб}}$	80	65	59	49	41	33	32,5	18
$L_{\text{всас}}^{\text{каб}}$	57	43	40	30	22	13	12	0
$L_{\text{кап.мот.отс}}^{\text{каб}}$	60	57	46	36	24	7	18	6
$L_{\text{пол.мот.от}}^{\text{каб}}$	64	60	50	40	28	13	21	9
$L_{\text{сум.расч}}^{\text{каб}}$	80	67	60	50	41	33	33	19
$L_{\text{доп.}}^{\text{каб}}$	99	92	86	83	80	78	76	74
Превышение	-	-	-	-	-	-	-	-

Рекомендации: полученные данные уровней звукового давления на среднегеометрических частотах октавных полос удовлетворяют допустимым уровням шума. Следовательно, мероприятия по снижению шума не требуются.

Таблица 7 – Этапы расчёта

Аналитические выражения и показатели	Октавная полоса со среднегеометрической частотой, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{W_{\text{вып}}} \text{ (дано)}$	108	98	97	94	93	89	83	76
$20 \lg R_{\text{вып}}$	2,3							
$3I_{\text{каб}i}$	11,5	16	20,5	26	30,5	35	29	36,5
$t_{\text{дифр}i}^{\text{каб}}$	8							
$10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}i}}{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}i} \cdot 10^{-0,1(3I_{\text{каб}i} + t_{\text{дифр}}^{\text{каб}})}}$	19,5	24	28,5	34	38,5	43	37	44,5
$\bar{\alpha}_{\text{каб}}$	0,14	0,16	0,16	0,20	0,22	0,23	0,24	0,24
$A_{\text{каб}}$	1,1	1,2	1,2	1,5	1,7	1,8	1,85	1,85
$10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}i}}{A_{\text{каб}}}$	-0,9	-1,2	-1,2	-2,2	-2,8	-3	-3,1	-3,1
$ПН_{\text{вып}} \text{ (дано)}$	-0,5	-0,5	-1,0	-2,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0
χ	11							
$L_{\text{вып}}^{\text{каб}}$	80	65	59	49	41	33	32,5	18
$L_{W_{\text{всас}}} \text{ (дано)}$	85	76	78	75	74	69	62	56
$L_{\text{всас}}^{\text{каб}}$	57	43	40	30	22	13	12	0
$L_{W_{\text{сум}}}^{\text{кап}} \text{ (дано)}$	97	103	102	101	99	87	86	90
$10 \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап}i}}{S_{\text{кап.общ}}}$	-0,45							
$3I_{\text{кап}i}$	16	20,5	25	29	34	36	30,5	38
$t_{\text{кап}i}$	5							
$10 \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап}i}}{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап}i} \cdot 10^{-0,1(3I_{\text{кап}i} + t_{\text{кап}i})}}$	21	25,5	30	34	39	41	35,5	43
$10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}i}}{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}i} \cdot 10^{-0,1(3I_{\text{каб}i} + t_{\text{дифр}}^{\text{каб}})}}$	22	26	31	35	40	42	36	44

$10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб } i}}{A_{\text{каб}}}$	8	7,5	7,5	6,5	6	5,7	5,6	5,6
x_1	8							
$L_{\text{кап.мот.отс}}^{\text{каб}}$	60	57	46	36	24	7	18	6
$L_{W_{\text{сум}}}^{\text{кап}}(\text{дано})$	97	103	102	101	99	87	86	90
$3И_{\text{ниж.пан}}$	16	20,5	25	29	34	36	30,5	38
$10 \lg \frac{S_{\text{ниж.пан}}}{S_{\text{кап.общ}}}$	-5,7							
$10 \lg(1 - \bar{\alpha}_3)$	-0,09	-0,09	-0,13	-0,13	-0,18	-0,22	-0,32	-0,41
$h_{\text{мот.отс}}^2$	0,36							
$R_{\text{мот.отс}}$	0,8							
$20 \lg \sqrt{h_{\text{мот.отс}}^2 + \left(\frac{R_{\text{мот.отс}}}{2}\right)^2}$	-5,7							
$3И_{\text{пол}}$	17	22,5	26,5	31	35,5	36	32	39,5
$10 \lg \frac{S_{\text{пол}}}{A_{\text{каб}}}$	-0,9	-1,2	-1,2	-2,2	-2,8	-3	-3,1	-3,1
$L_{\text{пол.мот.отс}}^{\text{каб}}$	64	60	50	40	28	13	21	9

Капот:

$S_1 = 180 \cdot 85 = 1,53(\text{м}^2)$ – верхняя панель (сталь);

$S_2, S_3 = 180 \cdot 60 = 1,08(\text{м}^2)$ – боковые панели (сталь);

$S_4 = 85 \cdot 60 = 0,51(\text{м}^2)$ – передняя панель (сталь);

$S_5 = 180 \cdot 85 = 1,53(\text{м}^2)$ – нижняя панель (сталь).

Общая площадь капота $S_{\text{общ.кап.}} = 5,73(\text{м}^2)$.

Кабина:

$S_1 = 150 \cdot 85 = 1,3(\text{м}^2)$ – верхняя панель (сталь, стекло);

$S_2, S_3 = 150 \cdot 110 = 1,65(\text{м}^2)$ – боковые панели (сталь, стекло);

$S_4 = 110 \cdot 85 = 0,9(\text{м}^2)$ – пол кабины (сталь);


$S_5 = 110 \cdot 85 = 0,9(\text{м}^2)$ – крыша (сталь);

$S_6 = 150 \cdot 85 = 1,3(\text{м}^2)$ – задняя панель (сталь).

Общая площадь капота $S_{\text{общ.каб.}} = 7,7(\text{м}^2)$.

Список литературы:

1. «Коллективные средства защиты. Справочное пособие по дипломному проектированию» / Под редакцией Н.И.Иванова и И.М.Фадына, БГТУ, Санкт–Петербург, 2014г;
2. «Безопасность технологических процессов и производств» / Под редакцией Н.И.Иванова, И.М.Фадына и Л.Ф.Дроздовой;
3. «Справочник проектировщика. Защита от шума» / Под редакцией Е.Я. Юдин

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ	
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования	
	«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» (БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)	
	БГТУ.СМК-Ф-4.2-К5-02	

Факультет	<u>О</u> шифр	<u>Естественно-научный</u> наименование
Кафедра	<u>О1</u> шифр	<u>Техносферная безопасность</u> наименование
Дисциплина	<u>Защита от шума и вибрации</u>	

Работа №4

Вариант 5

Расчёт звукопоглощения в помещении

Выполнила студентка группы О1М31
Кобзарь Д.Д.
Фамилия И.О.

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ
Дроздова Л.Ф.
Фамилия И.О.

Подпись

Санкт-Петербург
2018 г

Таблица 1 - Исходные данные для расчета.

Вариант	Помещение	Расстояние до РТ, м	Габариты помещения, м			Источник		
			длина	высота	ширина	кол-во	тип	размер
5	магазин	10	80	5	20	2	холодильник	1,5

Данные источника шума:

Таблица 2 - Уровни звукового давления, дБ.

Исходные данные	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
Вариант 5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	83	77	78	72	75	77	75	85

Габариты магазина: h – высота = 5 м, b – ширина = 20 м, l – длина = 80 м;

V – объём помещения, $V = 8000\text{м}^3$;

Формулы для расчета.

Определяем значения требуемого снижения УЗД $\Delta L_{\text{тр}}$ в расчетных точках помещения по формуле:

$$\Delta L_{\text{тр}} = L - L_{\text{доп}}; \quad (1)$$

L – октавные уровни звукового давления в дБ, создаваемые одним источником шума в расчетной точке;

$L_{\text{доп}}$ – допустимый октавный уровень звукового давления в дБ, принимается по СН 2.2.4/2.1.8.562-96

Зона отраженного звука определяется величиной предельного радиуса $r_{\text{пр}}$, т.е. таким расстоянием от источника шума, на котором уровень звукового давления отраженного звука равен уровню прямого звука. Когда в помещении находится n одинаковых источников шума:

$$r_{\text{пр}} = 0,2 * \sqrt{B_{8000}/n} \quad (2)$$

B_{8000} – постоянная помещения на частоте 8000 Гц, м.

Из пункта 2.4.5 Постоянная помещения B определяют умножением постоянной помещения на среднегеометрической частоте 1000 Гц на частотный множитель μ . Постоянная помещения определяется по графику.

Выбор индекса прямой (а-г) при пользовании графиком выполняются по таблице 2.6.

Таблица 2.6
Выбор индекса прямой на рис. 2.3

Описание помещения	Индекс прямой на рис. 2.3
Без мебели, с небольшим количеством людей (металлообрабатывающие цехи, вентиляционные камеры, генераторные, машинные залы, испытательные стенды и т. п.)	а
С жесткой мебелью или с небольшим количеством людей и мягкой мебелью (лаборатории, ткацкие и деревообрабатывающие цехи, кабинеты и т. п.)	б
С большим количеством людей и мягкой мебелью (например, рабочие помещения административных зданий, конструкторские залы, аудитории, рестораны, универсамы, помещения аэропортов и залы ожидания, номера гостиниц, школьные классы, библиотеки, жилые помещения)	в
Помещения со звукопоглощающей облицовкой потолка и части стен	г

Поскольку у нас магазин – индекс прямой в.

Значение частотного множителя приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7
Частотный множитель μ

Объем помещения, м^3	Среднегеометрическая частота, $\Gamma_{\text{ср}}$							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$V < 200$	0,8	0,75	0,7	0,65	1	1,4	1,8	2,5
$V = 200 \div 500$	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
$V > 500$	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6

Поскольку объем помещения $V=8000 \text{ м}^3$, используются данные с третьей строчки.

Отсюда по графику определяем постоянную помещения.

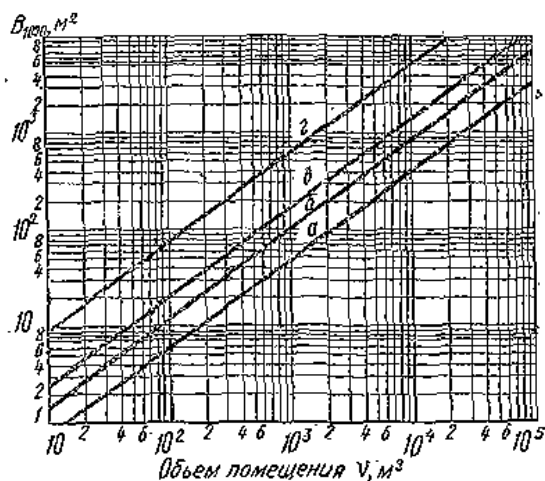


Рис. 2.3. График для определения постоянной помещения B_{1000}

$V_{\text{пом.}}$ (Постоянная помещения до его акустической обработки)	Постоянная помещения до его акустической обработки, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
$V = 8000 \text{ м}^3$	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	400	400	440	560	800	1280	2400	4800

Расчетная точка находится на расстоянии $r_{\text{р.т.}} \geq r_{\text{пр}}$ от ближайшего станка, т.е.
в зоне отраженного звука

$$r_{\text{пр}} = 0,2 * \sqrt{B_{8000}/2}$$

$$r_{\text{пр}} = 0,2 * \sqrt{(800 * 6)/2} = 9,8$$

$$10 \geq 9,8$$

S – суммарная площадь ограждающих поверхностей помещения, м^2 .

$$S = 2(h*b) + 2(h*l) + 2(b*l) = 2(5*20) + 2(5*80) + 2(20*80) = 4200 \text{ м}^2 \quad (3)$$

$\tilde{\alpha}$ – средний коэффициент ЗП в помещении до обработки

$$\tilde{\alpha} = \frac{B}{B+S}, \text{ м}^2; \quad (4)$$

$\tilde{\alpha}$	средний коэффициент ЗП в помещении до обработки, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	0,09	0,09	0,09	0,12	0,16	0,23	0,36	0,53

Считаем эффективность звукопоглощения по формулам:

Определение эффективности звукопоглощения

$$\Delta L_{\text{ЗП}} = 10 \lg \frac{B_1}{B}, \text{ дБ} \quad (5)$$

B – акустическая постоянная помещения до обработки, м^2 ;

B_1 – после обработки ЗПМ;

$$B_1 = \frac{A_1 + \Delta A}{(1 - \alpha_1)}, \text{ м}^2; \quad (6)$$

где $A_1 = \tilde{\alpha}(S - S_{\text{обл}})$ (7) – эквивалентная площадь ЗПП не занятая ЗП облицовкой, м^2

$S_{\text{обл}} = 20 \cdot 80 + 2 \cdot (5 \cdot 20) + 2 \cdot (5 \cdot 80) = 2600 \text{ м}^2$ – площадь ЗПМ (стены и потолок), м^2 .

α_1 - средний коэффициент ЗП в помещении после обработки

$$\alpha_1 = \frac{A_1 + \Delta A_1}{S}; \quad (8)$$

ΔA_1 - суммарное добавочное поглощение, вносимого ЗПМ или штучными поглотителями;

$$\Delta A_1 = \alpha_{\text{обл}} \cdot S_{\text{обл}} \quad (9)$$

где $\alpha_{\text{обл}}$ – реверберационный коэффициент звукопоглощения ЗПМ;

$S_{\text{обл}}$ - площадь ЗПМ, м^2 ;

Материал : AcousticWool Sonet 50 мм акустическая минеральная вата.

В силу недостаточной эффективности облицовки звукопоглощающим материалом для снижения шума до нормативных значений жилого помещения, как уже было сказано ранее, внесем дополнительную площадь звукопоглощения путем установки штучных звукопоглотителей на потолок, в количестве 15 шт. и вновь проведем расчеты по формулам 4.3-4.6 [2]. Результаты расчетов сведем в таблицу 14.

Будем применять штучные поглотители (рисунок 3), с характеристиками, приведенными в таблице 8.5 (строка 6) [1], а именно:

Плиты ПА/С, минераловатные, отделка «набрызгом», размер 500х500 (ТУ 21-24-16-68).

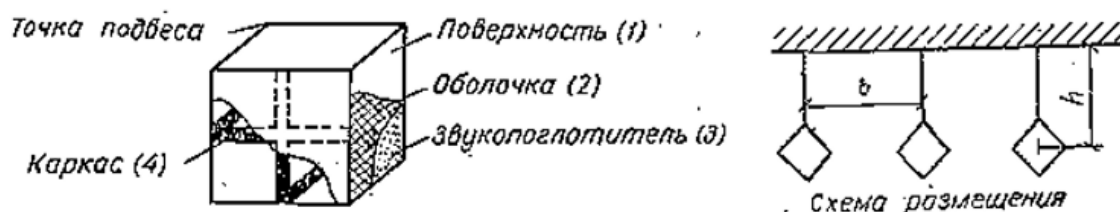


Рисунок 3 – схема устройства штучных поглотителей и их размещения относительно друг друга.

Согласно таблице 8.5, строке 6, ЗП слой имеет среднюю плотность (ρ) = 150 кг/м³; при толщине $d = 20$ мм: расстояние (b) между центрами = 2500 мм, а от потолка до центра (h) = 1250 мм.

Таблица 6. Эффективность снижения шума после облицовки помещения и после установки штучных поглотителей на потолок.

Параметр, ед.изм	Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
α погл – ля	-	0,7	1,2	1,98	1,79	1,59	1,63	1,4
ΔA (15 шт.)	-	15,75	27	44,55	40,3	33,8	36,7	31,5
$\bar{\alpha}_1$	-	0,04	0,04	0,06	0,07	0,1	0,15	0,21
B_1	-	166,4	178	251,6	318,6	464,4	720,8	1113,1
ΔL	-	0,7	1,2	1,98	1,79	1,59	1,63	1,4
$\Delta L_{\text{треб.}}$	4	7	15	14	20	25	25	36


Для наглядности сведем полученные результаты в сводную таблицу.

Величина	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L, дБ	83	77	78	72	75	77	75	85
L_{доп}, дБ Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	79	70	63	58	55	52	50	49
$\Delta L_{тр}$	4	7	15	14	20	25	25	36
μ табл.2.7	0,5	0,5	0,55	0,7	1,0	1,6	3,0	6,0
V₁₀₀₀, рис.2.3	-	-	-	-	800	-	-	-
V	400	400	440	560	800	1280	2400	4800
S, м² (формула 3)	4200							
$\tilde{\alpha}$, (формула 4)	0,09	0,09	0,09	0,12	0,16	0,23	0,36	0,53
S_{обл}	3500							
A₁, (формула 7)	144	144	144	192	256	368	576	848
$\alpha_{обл}$	0,23	0,45	0,9	1	1	1	0,95	0,95
ΔA_1 (формула 9)	700	1575	3150	3500	3500	3500	3325	3325
α_1	0,18	0,39	0,77	0,85	0,86	0,87	0,85	0,88
1 – α_1	0,19	0,61	0,23	0,15	0,14	0,13	0,15	0,12
V₁ (формула 6)	4016	2685	13970	23893	25800	28162	23847	30800
$\Delta L_{3П}$ (формула 5)	10	8	15	16	15	13	10	8
После применения облицовки и установки штучных поглотителей								
n, шт.	15							
α погл – ля	-	0,7	1,2	1,98	1,79	1,59	1,63	1,4
ΔA (15 шт.)	-	15,75	27	44,55	40,3	33,8	36,7	31,5
$\bar{\alpha}_1$	-	0,04	0,04	0,06	0,07	0,1	0,15	0,21
V_l, м²	-	166,4	178	251,6	318,6	464,4	720,8	1113,1
$\Delta L_{3П}$, дБ	-	3,8	4	3,4	4	4,5	5	6

Вывод: Применение данного звукопоглощающего материала не обеспечивает требуемого снижения звукового давления на высоких частотах. Конструкция звукопоглощающей облицовки должна иметь высокий коэффициент звукопоглощения для всего диапазона частот. Можно увеличить расстояние до расчётной точки, под ножки подложить резиновые прослойки, обеспечить работников предприятия средствами СИЗ, применить установку акустического экрана, изолировать рабочее место с помощью кабины, либо сам источник шума.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Юдин Е.Я. Справочник проектировщика. – М.: Стройиздат, 1974. – 54с.
2. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. – Москва: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997 год.
3. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом. Учебник. / Н.И. Иванов. СПб: Университетская книга. 2016 г. С. 424.

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ	
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования	
	«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» (БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)»	
	БГТУ.СМК-Ф-4.2-К5-02	

Факультет	<u>О</u> шифр	<u>Естественно-научный</u> наименование
Кафедра	<u>О1</u> шифр	<u>Техносферная безопасность</u> наименование
Дисциплина	<u>Защита от шума и вибрации</u>	

Работа №5

Вариант 5

Расчёт виброизоляции

Выполнила студентка группы О1М31
Кобзарь Д.Д.
 Фамилия И.О.

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ
Дроздова Л.Ф.
 Фамилия И.О.

Подпись

Санкт-Петербург
 2018 г

Таблица 1 - Исходные данные для расчета.

Вариант	Рекомендуемый тип виброизолятора	Марка материала	Динамический модуль упругости. $1 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$	Масса человека m , кг	Масса оборудования m , кг	Частота, Гц	Виброскорость V , м/с
5	Резиновый	-	-	-	300	2,5	0,120

Для расчета виброизоляторов выбираем марку резины и ее характеристики.

Марка резины – 4326;

Динамический модуль упругости – $226 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$.

Если не задана статическая деформация (осадка) резиновых виброизоляторов, то порядок расчета резиновых виброизоляторов следующий:

1. Определяем статическую осадку виброизоляторов под действием массы установки ($\lambda_{\text{ст}}$), м

$$\lambda_{\text{ст}} = \sigma / E_d * h, \quad (1)$$

где $\sigma = (2-4) \cdot 10^5$, Н/м^2 - расчетное статическое напряжение в упругом материале виброизолятора (допустимая нагрузка на прокладку); E_d – динамический модуль упругости, Н/м^2 ; h - виброизоляторов, принимается исходя из практических соображений равной 5...15 см. $h = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$.

$$\lambda_{\text{ст}} = \frac{3 \cdot 10^5}{226 \cdot 10^5 \cdot 0,08} = 0,1659 \text{ (м)}$$

2. Определяем частоту собственных колебаний установки на виброизоляторах, f_c , Гц

$$f_c = 5 / \sqrt{\lambda_{\text{ст}}} \quad (2)$$

$$f_c = \frac{5}{\sqrt{0,1659}} = 12 \text{ (Гц)}$$

3. Определим частоту возмущающей силы, f_b , Гц

$$f_{\text{в}} = n/60 \quad (3)$$

n – количество оборотов в минуту, $n = 3000$ об./мин.

$$f_{\text{в}} = \frac{3000}{60} = 50 \text{ (Гц)}$$

4. Рассчитаем величину динамических сил от вибрации, изолируемую принятыми виброизоляторами, Q , Н

$$Q = Q_n + Q_{\text{оборуд}}, \quad (4)$$

где Q_n – сила тяжести опорной поверхности, Н;

$Q_{\text{оборуд}}$ – сила тяжести оборудования, Н.

$$Q = 2940 \text{ (Н)}$$

5. Находим площадь поверхности виброизоляторов под установку, S , м².

$$S = Q/s \quad (5)$$

$$S = \frac{2940}{9} = 326.7 \text{ (м}^2\text{)}$$

6. Определяем количество виброизоляторов и их размеры N , S .

Количество виброизоляторов принимаем $N = 4 \dots 8$. Площадь одного виброизолятора $S^1 = N/S$, м².

$N = 4$;

$$S^1 = 4/326.7 = 0.01 \text{ (м}^2\text{)}$$

7. Выбираем сечение виброизолятора—квадрат или окружность, исходя из его площади S^1 . Тогда сторона квадрата сечения виброизолятора или его диаметр d , см, определяется как:

$$d = \sqrt{S} \text{ или } d = 2 \sqrt{S/\pi} \quad (6)$$

$$d = 0.1 \text{ (м)}$$

8. Резиновые виброизоляторы сохраняют устойчивость от опрокидывания в процессе эксплуатации при условии: $h < d < 1,5—2,5 h$.

Проверка:

$$0,08 \text{ м} < 0,1 \text{ м} < 0,2 \text{ м}$$

9. Определяем эффективность виброизоляции и сравниваем с требуемой

$$\Delta L = 20 \lg(f_b / f_c) \quad (7)$$

$$\Delta L = 12,4$$

Вывод: Применение данного типа виброизолятора обеспечивает требуемое снижения уровня вибрации. Применение дополнительных мер по снижению уровня вибрации не требуется.

Список использованных источников

1. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования
2. Оценка условий труда на рабочем месте и разработка комплекса мероприятий по их улучшению: методические указания к выполнению расчетно-графической работы / Под ред. Н.И Иванова и И.М. Фадина; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2009. – 59 с.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»

(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

БГТУ.СМК-Ф-4.2-К5-02

Факультет

О

шифр

Естественно-научный

наименование

Кафедра

О1

шифр

Экология и безопасность жизнедеятельности

наименование

Дисциплина

Защита от шума и вибрации

Работа №6

Вариант 5

Расчет звукоизолирующего капота

Выполнил: студент группы

Кобзарь Д.Д.

О1М31

Фамилия И.О.

Принял:

Дроздова Л.Ф.

Фамилия И.О.

Подпись

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2018 г

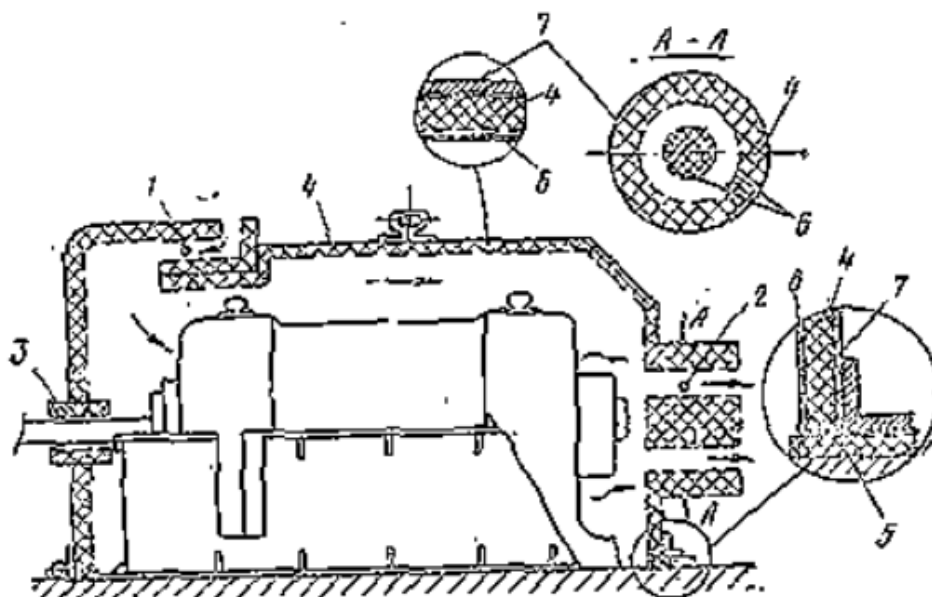


Рисунок 1 - Схема звукоизолирующего капота.

1, 2 – глушители в отверстиях для циркуляции воздуха; 3 – глушитель в отверстии для привода; 4 – звукопоглощающая облицовка; 5 – резиновая прокладка; 6 – перфорированный лист или сетка; 7 – металлический лист.

Таблица 1 - Исходные данные для расчета.

Вариант	Помещение	Материал капота	Толщина, мм	Источник		
				кол-во	тип	размер
5	Магазин	Сталь	3	1	Компрессор	3*1,5*1

Данные источника шума:

Таблица 2 - Уровни звукового давления, дБ.

Исходные данные	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
Вариант 5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	83	77	68	67	65	65	65	63

Формулы для расчета.

Определяем значения требуемого снижения УЗД $\Delta L_{\text{тр}}$ в расчетных точках помещения по формуле:

$$\Delta L_{\text{тр}} = L - L_{\text{доп}} \quad (1)$$

L – октавные уровни звукового давления в дБ, создаваемые одним источником шума в расчетной точке;

$L_{\text{доп}}$ – допустимый октавный уровень звукового давления в дБ, принимается по СН 2.2.4/2.1.8.562-96

Расчетная точка (рабочее место врача) находится на расстоянии 1 м от поверхности компрессора. Площадь воображаемой поверхности, окружающей компрессор и проходящей через расчетную точку:

$$S \approx (5 \cdot 2,5) \cdot 2 + (5 \cdot 2) \cdot 2 + (3,5 \cdot 2) \cdot 2 = 59 \text{ м}^2$$

Определяем поверхность источника шума:

$$S_{\text{ист}} = (3 \cdot 1,5) \cdot 2 + (3 \cdot 1) \cdot 2 + (1,5 \cdot 1) \cdot 2 = 18 \text{ м}^2$$

Пусть капот имеет габариты: $3,2 \cdot 1,7 \cdot 1,2$

Рассчитаем площадь капота:

$$S_{\text{кап}} = (3,2 \cdot 1,7) \cdot 2 + (3,2 \cdot 1,2) \cdot 2 + (1,7 \cdot 1,2) \cdot 2 = 22,64 \text{ м}^2$$

Звукоизолирующая способность капота из стали толщиной 3 мм приведена в таблице 3.

Определяем изоляцию кабины, изготовленной из стали толщиной 3 мм. Находим по таблице 11(СП 23-103-2003) координаты точек B и C , $f_B = 6000 / 3 = 2000$ Гц, $f_C = 12000 / 3 = 4000$ Гц, $R_B = 39$ дБ, $R_C = 31$ дБ. Строим частотную характеристику в соответствии со схемой на рисунке 5 (СП 23-103-2003). Из точки B проводим влево отрезок BA с наклоном 4,5 дБ на октаву, из точки C вправо - отрезок CD с наклоном 7,5 дБ на октаву (рисунок 2).

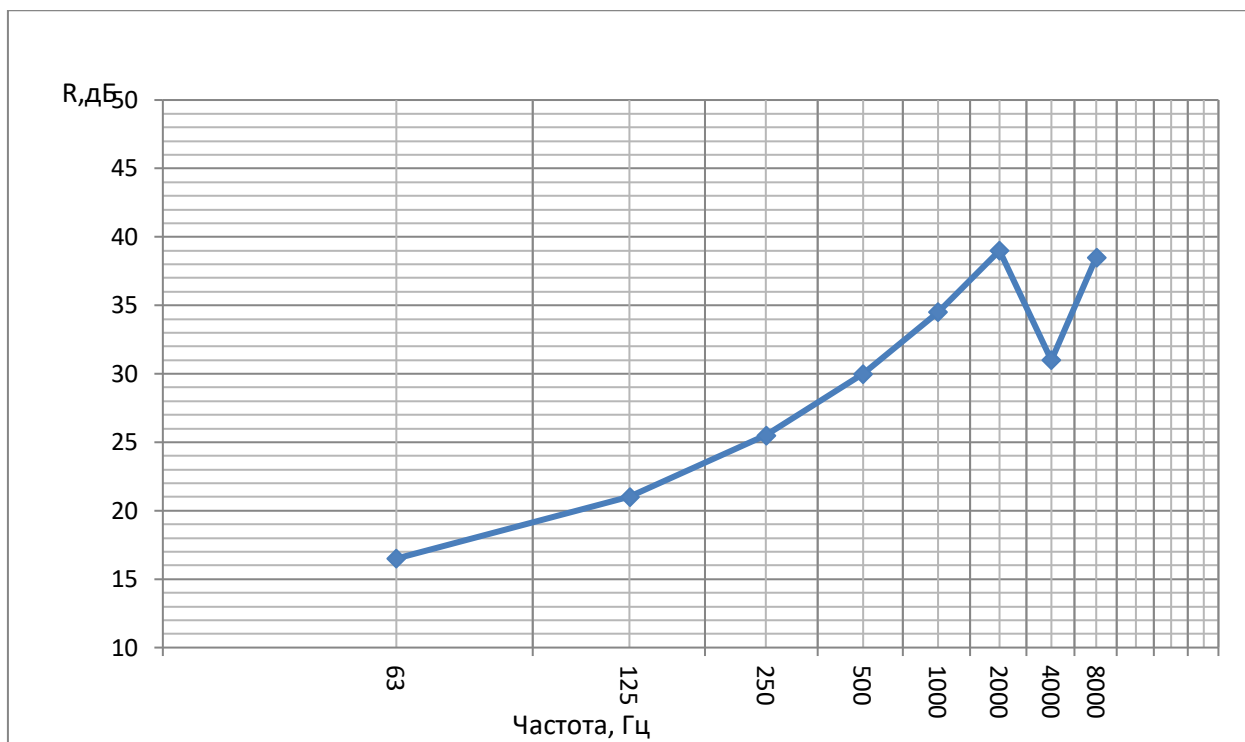


Рис.2 - Частотная характеристика изоляции кабины, изготовленной из стали толщиной 3 мм.

Звукоизолирующая способность капота из стали толщиной 3 мм приведена в таблице 3.

Таблица 3 - Звукоизолирующая способность капота из стали толщиной 3 мм.

ЗИ перегородки, дБ	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
R	16,5	21	25,5	30	34,5	39	31	38,5

По графику на рисунке 3 определим дополнительную звукоизолирующую способность капота при нанесении на его стенки звукопоглощающего материала из базальтового волокна толщиной 30 мм.

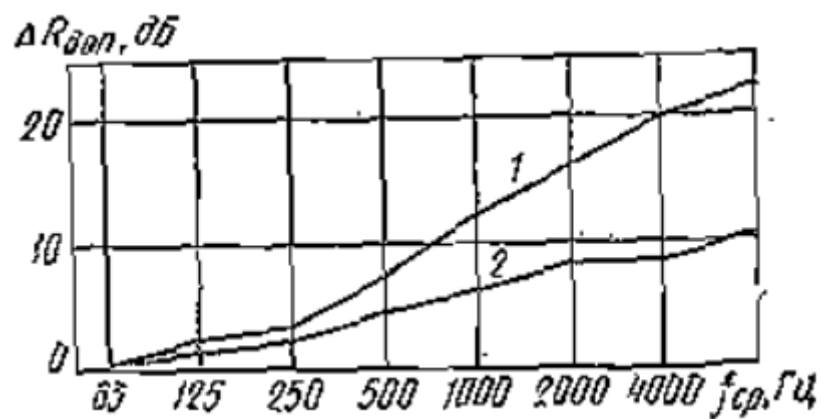


Рисунок 3 – Дополнительная звукоизолирующая способность слоя звукопоглощающего материала для различных линейных размеров стенки.

1 – максимальный размер стенки $a = 2$ м;

2 – максимальный размер стенки $a = 1$ м.

Таблица 4 - Дополнительная звукоизолирующая способность слоя звукопоглощающего материала.

ЗИ звукопоглощающего материала, дБ	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$R_{доп}$	0	1	2	4	6	8	8	10

Таблица 5 – Сводная таблица.

Величина	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L, дБ	83	77	68	67	65	65	65	63
L _{доп} , дБ Допустимые уровни шума для заданного помещения дневное время с 7.00-23.00 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 табл.3	79	70	63	58	55	52	50	49
$\Delta L_{\text{эф.тр}}$, дБ	9	12	10	14	15	18	20	19
$10lgS$ (S= 59 м ²)	17,7							
$10lg \frac{S_k}{S_{ист}}$	5							
R	16,5	21	25,5	30	34,5	39	31	38,5
R _{доп}	0	1	2	4	6	8	8	10
R _{к. расч.}	14	17	15	19	20	23	25	24
Превышение	-	-	-	-	-	-	-	-

Вывод: Применение капота изготовленного из стали толщиной 3 мм, стенки которого покрыты звукопоглощающим материалом из базальтового волокна толщиной 30 мм достаточно для снижения шума на всех октавных полосах частот. Следовательно, других мероприятий по снижению шума не требуется.

Список использованных источников

1. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. – Москва: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997 г.
2. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом. Учебник. / Н.И. Иванов. СПб: Университетская книга. 2016 г.
3. Справочник проектировщика. Защита от шума. Под ред. Е.Я. Юдина. М. Стройиздат, 1974. 134 с.