



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-К5-01

Факультет	<u>О</u> шифр	<u>Естественнoнаучный</u> наименование
Кафедра	<u>О1</u> шифр	<u>Экология и безопасность жизнедеятельности</u> наименование
Дисциплина		<u>Защита от шума и вибрации</u>

Расчетная работа

на тему

Расчёт шума, проникающего в помещение

с территории застройки

Выполнила О1М31
студентка группы _____
Ксенофонтова В.К.

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ

Дроздова Л.Ф.

Фамилия И.О. _____
Подпись

Оценка
« _____ » _____ 20 ____ г.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2018 г.

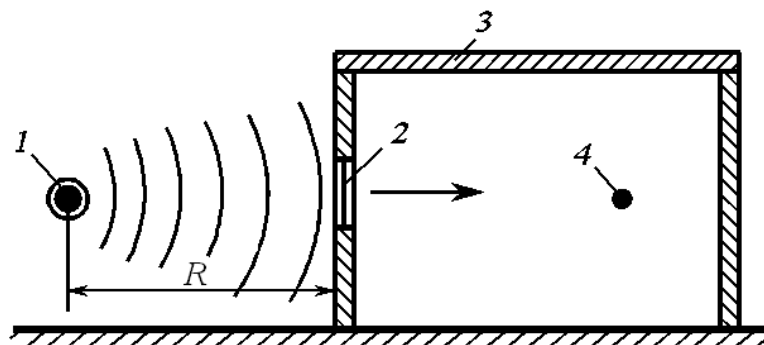


Рисунок 1 - Схема проникновения звука от наружного источника в помещение:

1 – источник шума; 2 – закрытый проем (остекление); 3 – помещение;
4 – расчетная точка

Шумовая характеристика источника шума:

Таблица 1

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

Исходные данные:

Помещение в здании	Расстояние до РТ, м	Габариты помещения			Здание		Стеклянный проем	
		Д	В	Ш	Материал	Толщина, мм	Толщина, мм	Площадь, кв. м.
Склад	100	20	5	4	бетон	200	3	0,5

Формула для расчета шума проникающего в помещение

Расчет уровней звукового давления в помещении производится по формуле:

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

$L_{\text{ист}}$ – 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, S – площадь оконного проема, через которое проходит шум,

$ZИ$ – звукоизоляция ограждения, дБ;

B – акустическая постоянная помещения, м^2 ;

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

Из указанных выше данных нам не известно ЗИ ограждения и акустической постоянной помещения V .

Определение ЗИ ограждений

ЗИ ограждений определяется по СНиП II-12-77 «Защита от шума»

Определим ЗИ бетонной стены толщиной 200 мм и ЗИ проема из органического стекла толщиной 3 мм.

Определение ЗИ органического стекла

Частотную характеристику изоляции воздушного шума, дБ, однослойной плоской тонкой ограждающей конструкцией из металла, стекла и тому подобных материалов следует определять графическим способом, изображая ее в виде ломаной линии, построенной аналогично ломаной линии $ABCD$ на рис.2.



Рисунок 2 - Частотная характеристика изоляции воздушного шума однослойным плоским ограждением из металла или стекла

Координаты точек B и C определяются по таблице 8[1] результаты для органического стекла представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Координаты точки B

Материал	f_b	f_c	R_b	R_c
Стекло органическое	5667	11333	37	30

Таблица 3 – ЗИ однослойного органического стекла

Октавные полосы, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	5667	8000	11333
ЗИ	11	15	19	23	27	31	35	37	34	30

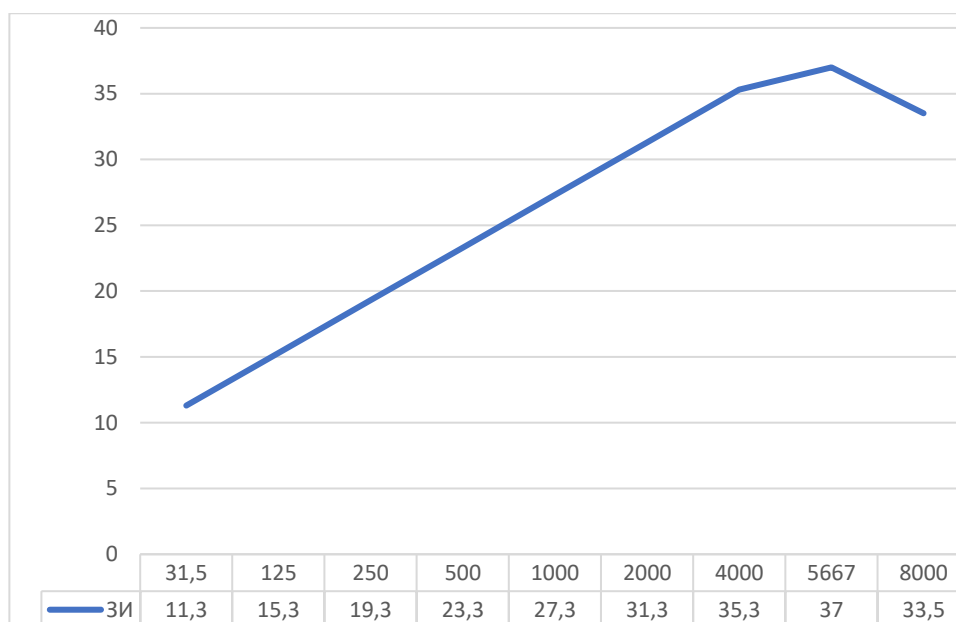


Рисунок 3 – ЗИ однослойной перегородки из органического стекла

Определение ЗИ бетонной стены

Частотную характеристику изоляции воздушного шума однослойной плоской ограждающей конструкцией поверхностной плотностью от 100 до 1000 кг/м² из бетона, железобетона, кирпича, керамических блоков и тому подобных материалов следует определять графическим способом, изображая ее в виде ломаной линии, аналогичной ломаной линии ABCD на рис.4. Координаты точки $B(f_B \text{ и } R_B)$ частотной характеристики следует определять по графикам на рис.5, f_B - в зависимости от толщины h , м, ограждающей конструкции (рис.5, а) и R_B - в зависимости от поверхностной плотности m , кг/м², ограждающей конструкции (рис.4, б).

Построение частотной характеристики изоляции воздушного шума производится следующим образом: из точки В влево проводится горизонтальный отрезок АВ, а от точки В вправо проводится отрезок ВС с наклоном 7,5 дБ на октаву до точки С с ординатой 60 дБ, из точки С вправо проводится горизонтальный отрезок CD.

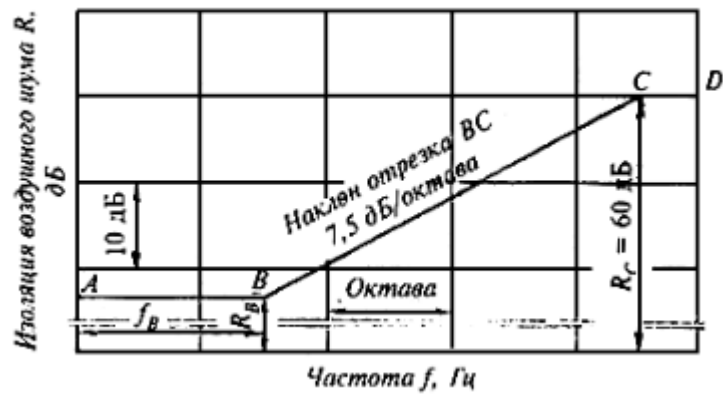


Рисунок 4 - Частотная характеристика изоляции воздушного шума однослойным плоским ограждением

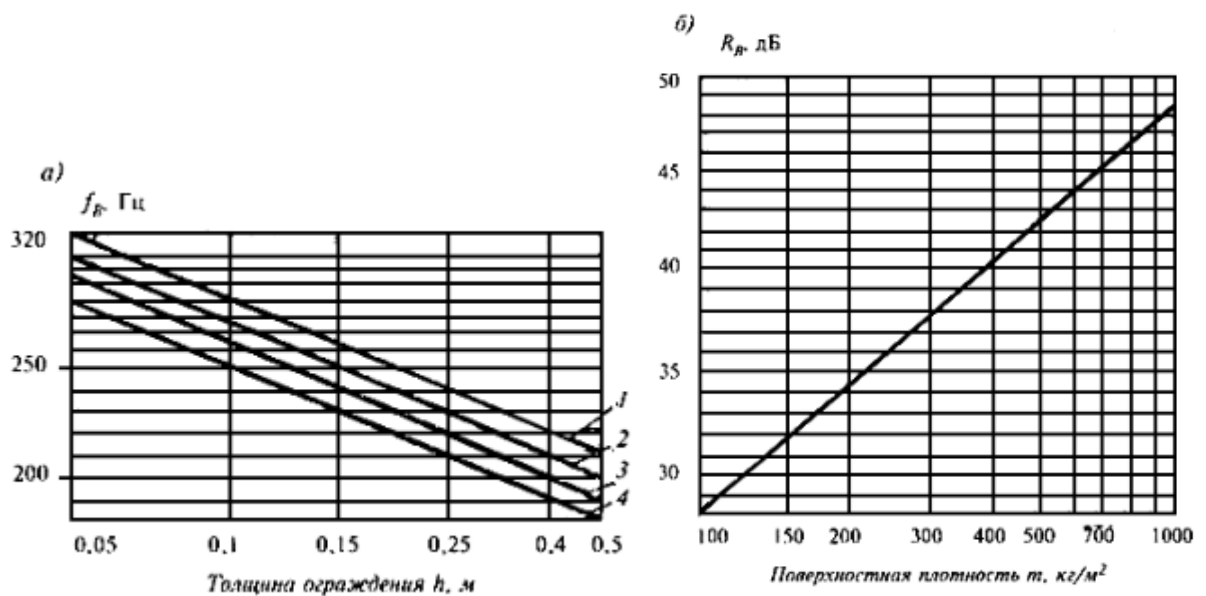


Рисунок 5 - График для определения координат точки В

Объемный вес , кг/м³ :

- 1 - 1800 кг/м³ ;
- 2 - 1600 кг/м³ ;
- 3 - 1400 кг/м³ ;
- 4 - 1200 кг/м³

Перегородка выполнена из легкого бетона с поверхностной плотностью 1000 кг/м² и толщиной 200 мм.

Таблица 4 – ЗИ однослойной перегородки из бетона

Октавные полосы, Гц	63	125	220	250	500	1000	2000	4000	8000
ЗИ, дБ	34	34	34	35	42	50	57	60	60

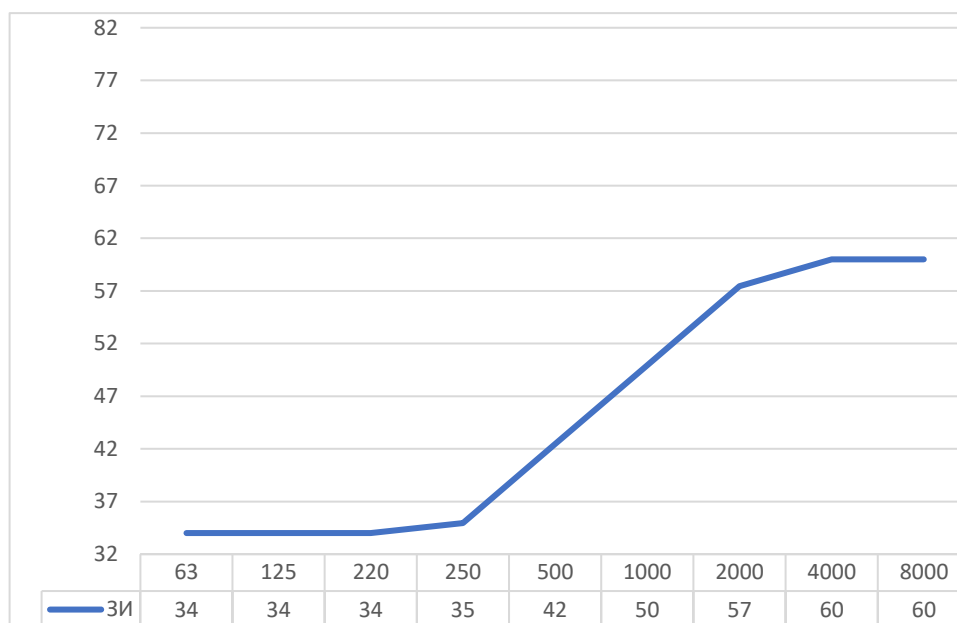


Рисунок 6 – ЗИ однослойной перегородки из бетона

Выбирается путь прохождения звука через ограждение с минимальной звукоизоляцией.

Таблица 5 – Сравнение ЗИ ограждений

Октавные полосы, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ЗИ органического стекла	11	15	19	23	27	31	35	34
ЗИ бетонной стены	34	34	35	42	50	57	60	60

В октавной полосе частот 125 Гц наблюдается наибольший УЗД (таблица 1). Как видно из приведенного в таблице 5 сравнения ЗИ окна меньше, ЗИ стены. Расчёт проникновения шума будем осуществлять, через оконный проём.

Определение акустической постоянной помещения (В)

Постоянную помещения в октавных полосах частот следует определять по формуле

$$B = B_{1000} \cdot \mu,$$

где B_{1000} для помещения склада $V/20$;

Расчет уровней звука давления в октавных полосах частот

Расчет уровней звукового давления на среднегеометрических частотах октавных полос представляется в табл.6

Таблица 6 – расчёт УЗД в октавных полосах частот

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
$10lg \frac{R}{R_0}$	11	11	11	11	11	11	11	11
$10lgS$	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
ЗИ	11	15	19	23	27	31	35	34
$10lgЗИ$	10	12	13	14	14	15	15	15
В	13	12,4	12,8	15	20	30	48	84
μ табл. 4[1]	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
$10lgB$	11	11	11	12	13	15	17	19
K	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
$10lgK$	2	2	2	2	2	2	2	2
$10lg4$	6	6	6	6	6	6	6	6
L	48	64	54	39	36	30	22	15

Уровни звукового давления на среднегеометрических частотах октавных полос, а также превышение над допустимыми уровнями шума представлены в табл.7

Таблица 7 – Сравнение с нормативными УЗД


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)	48	64	54	39	36	30	22	15
Допустимые уровни шума для заданного помещения дневное время с 7.00-23.00 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 табл.3 п.7	79	70	63	59	55	53	51	49
Превышение	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

Рекомендации:

Шумозащитные мероприятия не требуются, так как УЗД в помещении не превышают санитарных норм.

Список литературы:

1. СНиП II-12-77. Защита от шума. – Москва: ГУП ЦПП, 2001 год
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

	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-K5-01	

Факультет	О	Естественнонаучный
	шифр	наименование
Кафедра	О1	Экология и безопасность жизнедеятельности
	шифр	наименование
Дисциплина	Защита от шума и вибрации	

Расчётная работа на тему

Расчёт внешнего шума транспортного средства от основных источников излучения

Выполнил студент группы О1М31
Ксенофонтова В.К.

 Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ

Дроздова Л.Ф.

 Фамилия И.О. Подпись

Оценка _____

« _____ » _____ 20 ____ г.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2018 г.

Расчет внешнего шума транспортного средства от основных источников излучения

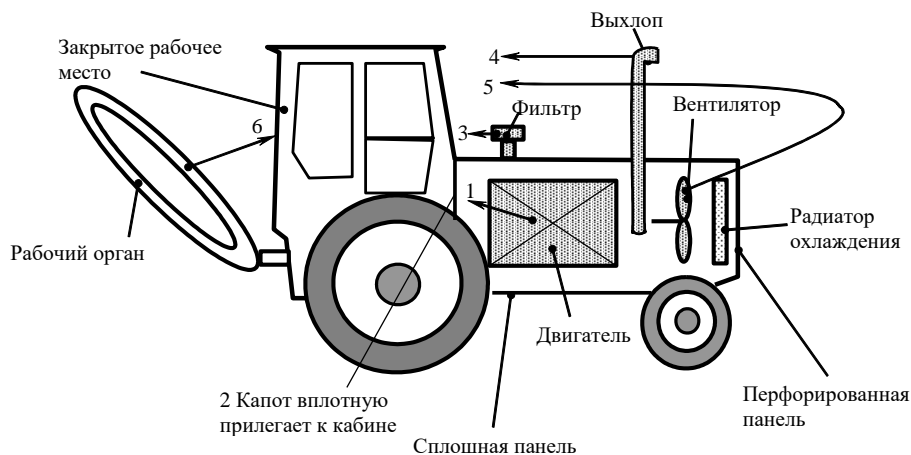


Рисунок 1 - Схема транспортного средства

1. Двигатель;
2. Капот двигателя
3. Всасывающий фильтр
4. Глушитель выпуска
5. Вентилятор охлаждающей системы
6. Кабина оператора
- 7.

Исходные данные

Таблица 1

Исходные данные	Октавная полоса со среднегеометрической частотой, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{\omega, \text{дв.}}$	87	105	101	100	94	92	88	87
$L_{W, \text{всас.}}$	75	87	79	80	75	70	70	62
$L_{W, \text{вент.}}$	87	98	94	86	83	82	81	74
$L_{W, \text{вып.}}$	99	107	95	89	87	85	80	75

Расчетная точка на расстоянии $R=10$ м. от транспортного средства.

Шум выпуска во внешнем поле определяется по формуле

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

где $L_{W_{\text{вып.}}}$ - 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;

$\beta_{\text{вып}}$ - 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.

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).

Шум всасывания во внешнем поле определяется по формуле:

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

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

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

$\text{ПН}_{\text{всас.}}$ - показатель направленности всасывания, дБ;

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

Шум вентилятора системы охлаждения, заключенного в свой капот вентилятора

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

$$L_{\text{вент.кап.}}^{\text{внеш.}} = L_{\text{wвент.}} - 10\lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.вент.}i}}{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.вент.}i} \cdot 10^{-0,1(3I_{\text{кап.вент.}i} + t_{\text{кап.}i})}} + \\ + 10\lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.вент.}i}}{S_{\text{кап.вент.}}} - 15\lg R_{\text{кап.вент.}} - x_1, \text{дБ} \quad (3)$$

где $L_{\text{wвент.}}$ - 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 (металл 0,7 мм);

$t_{\text{кап.}i}$ - 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;

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

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

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

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

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

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

m - число панелей капота;

$ЗИ_{\text{кап.}i.\text{ов.}}$ - звукоизоляция i -ой панели капота двигателя, дБ (металл 1,5 мм);

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

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

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
$L_{\omega.дв.}$	87	105	101	100	94	92	88	87
$\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.}i.дв.} \text{ (констр. разм)}$	2	2	2	2	2	2	2	2
$10 \cdot \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.}i.дв.}}{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.дв.}} \cdot 10^{-0.1 \cdot (3I_{\text{кап.дв.}} + t_{\text{кап.}i})}}$	24	24	30	39	43	44	50	52
$S_{\text{кап.дв.}}$	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
$10 \cdot \lg \sum_{i=1}^m \frac{S_{\text{кап.}i.дв.}}{S_{\text{кап.дв.}}}$	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
$R_{\text{кап.дв.}}$	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
$15 \cdot \lg R_{\text{кап.дв.}}$	15	15	15	15	15	15	15	15
X	11	11	11	11	11	11	11	11
$L_{\text{кап.дв.}}^{\text{внеш.}} \text{ (формула 4)}$	34	52	42	32	22	19	9	6
$L_{w_{\text{вент.}}}$	87	98	94	86	83	82	81	74
$\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.вент.}i} \text{ (констр. разм.)}$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
$S_{\text{кап.вент.}} \text{ (констр. разм.)}$	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
$10 \cdot \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.вент.}i}}{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.вент.}i} \cdot 10^{-0.1 \cdot (3I_{\text{кап.вент.}i} + f_{\text{кап.}i, \text{вент.}})}}$	24	28	32	37	41	43	46	49
$10 \cdot \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап.вент.}i}}{S_{\text{кап.вент.}}}$	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
$R_{\text{кап.вент.}}$	10	10	10	10	10	10	10	10
$15 \cdot \lg R_{\text{кап.вент.}}$	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
X	11	11	11	11	11	11	11	11

Аналитические выражения и показатели	Октавная полоса со среднегеометрической частотой, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{\text{вент. кап.}}^{\text{внеш.}}$ (формула 3)	38	45	37	24	17	14	10	0
$L_{\text{W. вып.}}$	99	107	95	89	87	85	80	75
$R_{\text{вып.}}$ (констр. разм)	11	11	11	11	11	11	11	11
$20 \cdot \lg R_{\text{вып.}}$	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8
$ПН_{\text{вып.}}$ (эксперим.)	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76
$\beta_{\text{вып.}}$	8	8	8	8	8	8	8	8
X_1	11	11	11	11	11	11	11	11
$L_{\text{вып.}}^{\text{внеш.}}$ (формула 1)	80	88	76	70	68	66	61	56
$L_{\text{W. всас.}}$	75	87	79	80	75	70	70	62
$R_{\text{всас.}}$ (констр. разм.)	12	12	12	12	12	12	12	12
$20 \cdot \lg R_{\text{всас.}}$	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6
$ПН_{\text{всас.}}$	0	0	0	0	0	0	0	0
$\beta_{\text{всас.}}$	0	0	0	0	0	0	0	0
X_1	8	8	8	8	8	8	8	8
$L_{\text{всас.}}^{\text{внеш.}}$ (формула 2)	45	57	49	50	45	40	40	32

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

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

Результаты расчета внешнего шума по формулам (1-5) приводятся в табл.3

Таблица 3


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	
$L_{\text{кап.дв.}}^{\text{внеш.}} +$	34	52	42	32	22	19	9	6	53
$L_{\text{вент.кап.}}^{\text{внеш.}}$	38	45	37	24	17	14	10	0	46
$L_{\text{вып.}}^{\text{внеш.}} +$	77	85	73	67	65	63	58	53	86
$L_{\text{всас.}}^{\text{внеш.}} +$	45	57	49	50	45	40	40	32	59
$L_{\text{расч.}}^{\text{внеш.}}$ (ф.5)	77	85	73	67	65	63	58	53	86
Допустимые уровни шума СН 2.2.4/2.1.8.562-96, табл. 2, позиция 5,	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Превышения	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	6

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

Наибольший вклад в шум транспортного средства вносит выхлопная система. К установке рекомендуется глушители шума.

Список литературы:

1. «Коллективные средства защиты. Справочное пособие по дипломному проектированию.» / Под редакцией Н.И.Иванова и И.М.Фадина, БГТУ, Санкт–Петербург, 2014г
2. «Безопасность технологических процессов и производств» / Под редакцией Н.И.Иванова, И.М.Фадина и Л.Ф.Дроздовой.

	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-К5-01	

Факультет	О	Естественнонаучный
	шифр	наименование
Кафедра	О1	Экология и безопасность жизнедеятельности
	шифр	наименование
Дисциплина	Защита от шума и вибрации	

Расчётная работа на тему Расчёт шума в кабине строительно-дорожной машины СДМ

Выполнил студент группы О1М31
Ксенофонтова В.К.

 Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ
Дроздова Л.Ф.

 Фамилия И.О. Подпись

Оценка _____
 « _____ » _____ 20 ____ г.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2018 г.

Расчет внешнего шума транспортного средства от основных источников излучения

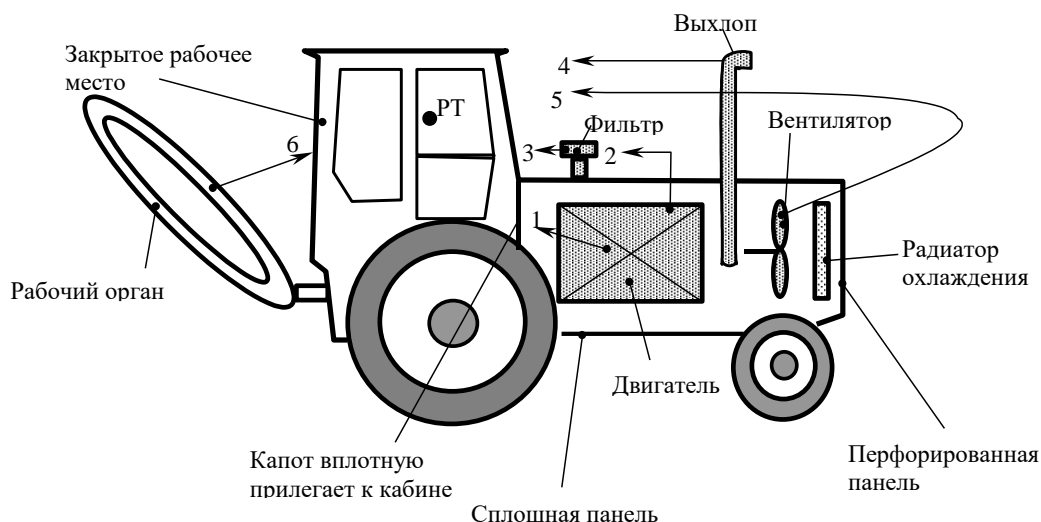


Рисунок 1 - Схема транспортного средства

- 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.

Исходные данные

Таблица 1

Исходные данные	Октавная полоса со среднегеометрической частотой, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{W, вып.}$	108	98	97	94	93	89	83	76
$L_{W, всас.}$	85	76	78	75	74	69	62	56
$L_{\omega, дв.}$	89	106	104	99	92	92	91	89

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:

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

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

- где $L_{W_{\text{вып}}}$ — уровень звуковой мощности, излучаемой при выпуске;
 $R_{\text{вып}}$ — расстояние от среза выпускной трубы до ближайшей панели кабины;
 $S_{\text{каб}i}$ и $ЗИ_{\text{каб}i}$ — соответственно площадь и звукоизоляция i -го элемента ограждения, через которое шум выпуска проникает в кабину;
 n — число этих элементов; $ПН_{\text{вып}}$ — показатель направленности шума выпуска;
 $t_{\text{дифр}i}^{\text{каб}}$ — 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.
- 2. Шум всасывания, проникающий в кабину, определяется по аналогичной формуле:**

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

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

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**

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

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

где $S_{\text{кап}i}$ и $ЗИ_{\text{кап}i}$ — 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;

- 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**

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

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

где $L_{W_{\text{сум}}}^{\text{кап}}$ — уровни звуковой мощности под капотом силовой установки;
 Сниж.пан и ЗИниж.пан — соответственно площадь и звукоизоляция нижней панели капота моторного отсека;
 Спол и ЗИпол — площадь и звукоизоляция пола кабины;
 $\bar{\alpha}_3$ — средний коэффициент звукопоглощения отражающей поверхности, на которой расположена СДМ;
 $h_{\text{мот.отс}}$ — высота установки моторного отсека над этой поверхностью;
 $R_{\text{мот.отс}}$ — усредненное расстояние между геометрическим центром моторного отсека и полом кабины СДМ.

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
$L_{W_{\text{вып}}}$	87	74	68	60	54	46	46	31
$R_{\text{вып}}$	1,05							
$20\lg R_{\text{вып}}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
$S_{\text{каб}i}$	4,5							
$ЗИ_{\text{каб}i}$ стены (силикатное стекло 4 мм)	15	19	23	27	31	35	29	37
$S_{\text{каб}i}$	2,3							
$ЗИ_{\text{каб}i}$ крыша (сталь 1,5 мм)	20	20	26	35	39	40	46	48
$S_{\text{каб}i}$	1,5							
$ЗИ_{\text{каб}i}$ стена задняя (силикатное стекло 4 мм)	15	19	23	27	31	35	29	37
t каб.	5							
t каб. зад.	8							
$10\lg \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}i}}{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}i} \cdot 10^{-0,1(ЗИ_{\text{каб}i} + I_{\text{дифр}i}^{\text{каб}})}}$	21	25	29	34	38	41	36	44
α кресло	0,09	0,09	0,12	0,14	0,16	0,15	0,16	0,15
S кресло	3							
α крыша	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,07	0,07
S крыша	2,3							
α стекло	0,25	0,25	0,2	0,1	0,05	0,04	0,05	0,05
S стекло	6							
$A_{\text{каб}}$	1,9	1,9	1,9	1,7	1,7	1,6	1,7	1,7
$10\lg \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}i}}{A_{\text{каб}}}$	6,7	6,7	6,6	7,0	7,1	7,4	7,0	7,2
$ПН_{\text{вып}}$	-0,5	-0,5	-1	-2	-3	-3	-3	-3
χ	11							

Аналитические выражения и показатели	Октавная полоса со среднегеометрической частотой, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{\text{вып}}^{\text{каб}}$	87	74	68	62	57	49	48	33
$L_{\text{всас}}^{\text{III}}$	65	53	51	45	41	33	30	17
$R_{\text{всас}}$	1,5							
$20 \lg R_{\text{всас}}$	3,52							
$10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}i}}{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}i} \cdot 10^{-0,1(3\text{И}_{\text{каб}i} + t_{\text{диф}i}^{\text{каб}})}}$	21	25	29	34	38	41	36	44
$10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}i}}{A_{\text{каб}}}$	6,5	6,5	7,0	8,6	9,7	10,1	9,5	9,6
$\text{ПН}_{\text{всас}}$	0,5	0,5	1	1,5	2	2	2,3	3
χ	8							
$L_{\text{всас}}^{\text{каб}}$	65	53	51	45	41	33	30	17
$S_{\text{кап.общ}}$	5,6							
$10 \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап}i}}{S_{\text{кап.общ}}}$	-3							
$3\text{И}_{\text{кап}i}(\text{сталь } 1,5 \text{ мм})$	20	20	26	35	39	40	46	48
$t_{\text{кап}i}$	5							
$10 \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап}i}}{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап}i} \cdot 10^{-0,1(3\text{И}_{\text{кап}i} + t_{\text{кап}i})}}$	23	23	29	38	42	43	49	51
$10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}i}}{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}i} \cdot 10^{-0,1(3\text{И}_{\text{каб}i} + t_{\text{диф}i}^{\text{каб}})}}$	21	25	29	34	38	41	36	44
$10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{каб}i}}{A_{\text{каб}}}$	6,5	6,5	7,0	8,6	9,7	10,1	9,5	9,6
χ_1	11							
$L_{\text{кап.мот.от.}}^{\text{каб}}$	43	57	45	28	14	10	7	0
$3\text{И}_{\text{ниж.пан}}(\text{сталь } 1,5 \text{ мм})$	20	20	26	35	39	40	46	48
$S_{\text{ниж.пан}}$	1,3							
$S_{\text{кап.общ}}$	5,5							
$10 \lg \frac{S_{\text{ниж.пан}}}{S_{\text{кап.общ}}}$	-6							
$\bar{\alpha}_3(\text{бетон})$	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	0,09
$10 \lg(1 - \bar{\alpha}_3)$	-0,09	-0,09	-0,13	-0,13	-0,18	-0,22	-0,32	-0,41
$h_{\text{мот}}$	0,5							

Аналитические выражения и показатели	Октавная полоса со среднегеометрической частотой, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$R_{\text{мот}}$	1,2							
$20 \lg \sqrt{h_{\text{мот.отс}}^2 + \left(\frac{R_{\text{мот.отс}}}{2}\right)^2}$	-2							
$ЗИ_{\text{пол}}$ (сталь 1,5 мм)	20	20	26	35	39	40	46	48
$S_{\text{пол}}$	4							
$A_{\text{каб}}$	1,9	1,9	1,9	1,7	1,7	1,6	1,7	1,7
$10 \lg \frac{S_{\text{пол}}}{A_{\text{каб}}}$	3,3							
$L_{\text{пол.мот.отс}}^{\text{каб}}$	49	66	53	31	17	16	2	0

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

$$L_{\text{сум.}}^{\text{каб}} = 10 \lg(10^{0,1L_{\text{вып.}}^{\text{каб.}}} + 10^{0,1L_{\text{всас.}}^{\text{каб.}}} + 10^{0,1L_{\text{кап.мот.отс.}}^{\text{каб.}}} + 10^{0,1L_{\text{пол.мот.отс.}}^{\text{каб.}}}) \quad (5)$$

Результаты расчета внешнего шума по формулам (1-5) приводятся в табл.3

Таблица 3

Источники излучения и каналы проникновения.	Уровни звукового давления в дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами в Гц.							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{\text{вып}}^{\text{каб}}$	87	74	68	62	57	49	48	33
$L_{\text{всас}}^{\text{каб}}$	65	53	51	45	41	33	30	17
$L_{\text{кап.мот.отс.}}^{\text{каб}}$	43	57	45	28	14	10	7	0
$L_{\text{пол.мот.отс}}^{\text{каб}}$	49	66	53	31	17	16	2	0
$L_{\text{сум.}}^{\text{каб}}$	87	75	69	62	57	49	48	33
Допустимые уровни шума СН 2.2.4/2.1.8.562-96, табл. 2, позиция 16	95	87	82	78	75	73	71	69
Превышения	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

Вывод

УЗД в кабине не превышают санитарные нормы, применение шумозащитных мероприятий не требуется.

Список литературы:

1. «Коллективные средства защиты. Справочное пособие по дипломному проектированию.» / Под редакцией Н.И.Иванова и И.М.Фадина, БГТУ, Санкт–Петербург, 2014г;
2. «Безопасность технологических процессов и производств» / Под редакцией Н.И.Иванова, И.М.Фадина и Л.Ф.Дроздовой;
3. «Справочник проектировщика. Защита от шума»/ Под редакцией д-ра техн. Наук, проф. Е.Я.Юдина/ Москва стройиздат/ 1974г.



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-К5-01

Факультет	О	Естественнонаучный
	шифр	наименование
Кафедра	О1	Экология и безопасность жизнедеятельности
	шифр	наименование
Дисциплина	Защита от шума и вибрации	

Расчётная работа на тему Расчёт звукопоглощения помещения

Выполнил студент группы О1М31
Ксенофонтова В.К.

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ

Дроздова Л.Ф.

Фамилия И.О.

Подпись

Оценка _____

«_____» _____ 20____ г.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2018 г.

Исходные данные:

Расстояние до РТ = 10 м;

Габариты помещения: $L \times H \times W$

- Длина (L) = 50 м
- Высота (H) = 5 м
- Ширина (W) = 15 м.
- $V_{\text{пом}} = 3750 \text{ м}^3$.
- **Источник шума:** Штабелер.

На рис. 1 представлена схема взаимного расположения ИШ и РТ.

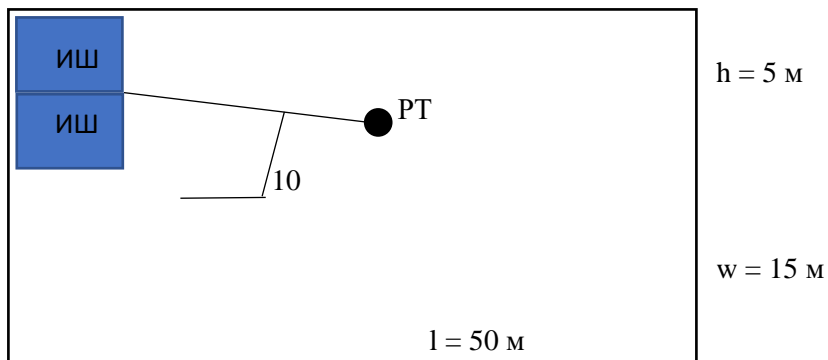


Рисунок 1 – схема взаимного расположения ИШ и РТ

В таблице 1 приведены исходные данные шумовой обстановки в жилом помещении, а также рассчитано требуемое снижение до санитарных норм.

Таблица 1. Исходные данные

Вариант 7	Уровни звукового давления источника в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{\text{зад}}$, дБ	87	85	86	85	88	92	88	87
Допустимые УЗД для заданного помещения дневное время с 7.00-23.00, дБ (СН 2.2.4/2.1.8.562-96, табл.2, поз.5), [1]	95	87	82	78	75	73	71	69
$\Delta L_{\text{треб}}$, дБ	нет	нет	4	7	13	19	17	18

Задача: рассчитать звукопоглощение помещения.

Выполнение расчетов

1. Акустическая характеристика помещения до проведения шумозащитных мероприятий

Согласно справочнику Юдина [2], для определения постоянной помещения по графику (рис. 2.3) необходимо сначала выбрать индекс прямой по таблице 2.6 (таблица 2 в данной работе).

Таблица 2.

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, университеты, помещения аэропортов и залы ожидания, номера гостиниц, школьные классы, библиотеки, жилые помещения)	в
Помещения со звукопоглощающей облицовкой потолка и части стен	г

Индекс прямой для жилого помещения – «а».

Определим постоянную помещения B , на частоте 1000 Гц, (глава 2, п.2.4.5, рис.2.3), предварительно выбрав по таблице 2.6 индекс прямой.

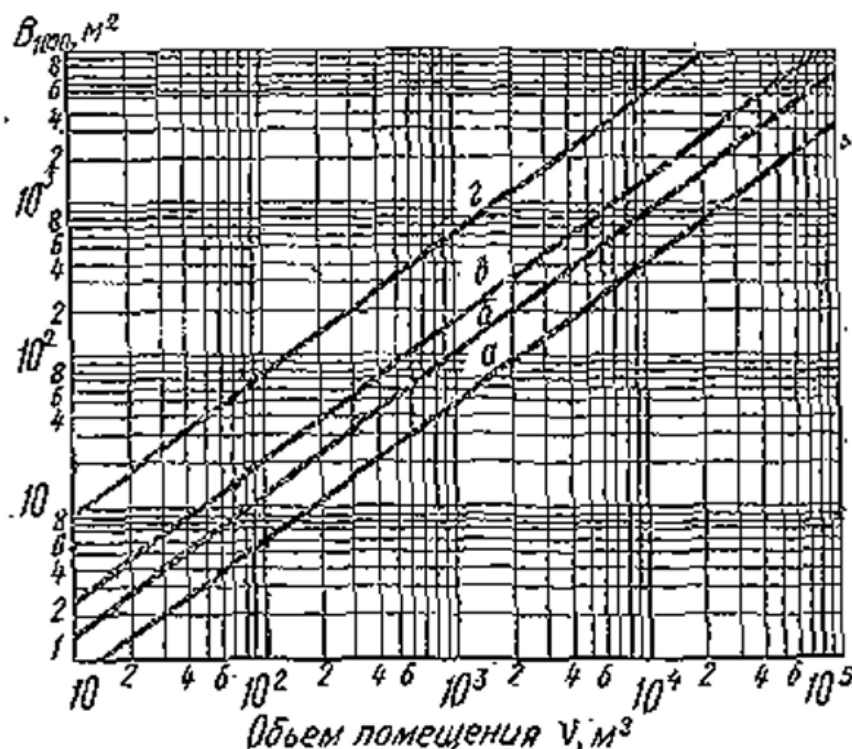


Рисунок 2.3 – постоянная помещения [2]

Постоянная жилого помещения (B), объемом 3750 м^3 , в соответствии с рис. 2.3, равна 150.

Теперь определим частотный множитель μ ($B = B_{1000} \cdot \mu$) по таблице 3 (по Юдину таблица 2.7.). Частотный коэффициент μ , в соответствии с таблицей 2.7, при объеме помещения более 500 м^3 примет следующие значения:

Таблица 3. Частотный множитель μ .

Частотный множитель	Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
μ	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6

Тогда, постоянная помещения, B , в зависимости от среднегеометрической частоты будет принимать следующие значения (таблица 4):

Таблица 4. Постоянная помещения, с учетом частотного множителя.

Постоянная помещения	Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$B, \text{м}^2$	75	75	82,5	105	150	240	450	900

2. Вычисление эквивалентной площади звукопоглощения.

Эквивалентная площадь звукопоглощения (A), согласно главе 4 [2], определяется для каждой октавной полосы, по следующей формуле

$$A = \frac{BS}{B+S} = \frac{B}{\frac{B}{S}+1} \quad (\text{м}^2) \quad (4.1)$$

Где: B – постоянная помещения, для каждой октавной полосы частот;

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

2.1. Определение общей суммарной площади ограждающих поверхностей

$$S_{\text{сумм}} = 2150(\text{м}^2)$$

2.2. Определение эквивалентной площади звукопоглощения

Для каждой октавной полосы, экв. площадь звукопоглощения определяется в соответствии с формулой 4.1. [2]. Полученные значения занесем в таблицу 5.

Таблица 5. Эквивалентная площадь звукопоглощения помещения

Экв. площадь звукопогл.	Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A, \text{м}^2$	72,5	72,5	79,5	100,1	140,2	215,9	372,1	634,4

2.3. Вычисление среднего коэффициента звукопоглощения $\bar{\alpha}$

Средний коэффициент звукопоглощения по [2], определяется для каждой среднегеометрической частоты, в соответствии с формулой 4.2. Результаты вычисления по формуле 4.2 занесем в таблицу 6.

$$\bar{\alpha} = \frac{B}{\frac{B}{S}+1} \quad (4.2.)$$

где B – постоянная помещения, определенная в п. 1.4;
 S – общая суммарная площадь ограждающих поверхностей помещения, m^2 .

Таблица 6. Средний коэффициент ЗП

Параметр	Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$\bar{\alpha}$	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	0,10	0,17	0,30

В соответствии с [2], п.4.3.3. поскольку $\bar{\alpha}$ на частоте 1000 Гц менее 0,25, то целесообразность применения акустической обработки помещения, путем применения звукопоглощающей облицовки, обоснована.

3. Определение предельного радиуса

В соответствии с главой 1, формулой 1.7 [2] $r_{пр}$ определяется согласно уравнению

$$r_{пр} = 0,2 \sqrt{\frac{B_{8000}}{n}} \text{ (м)} \quad (1.6)$$

Где: n – количество одинаковых источников шума (в данном случае $n=3$).

$$r_{пр} = 6,4 \text{ м}$$

В силу того, что расчетная точка расположена на расстоянии 10 м от ближайшего ИШ, что больше $r_{пр}$, от ближайшего ИШ, будем считать, РТ расположена в зоне отраженного звука. В соответствии с главой 4 [2] расчет величины снижения УЗД, для РТ, расположенной в зоне отраженного звука, будет производиться по формуле (4.3).

$$\Delta L = 10 \lg B_1 / B, \text{ дБ} \quad (4.3)$$

Где: B – постоянная помещения до его акустической обработки, определённая в соответствии с п.4.3.2 [2]. (п.3.3 данной расчётной работы), m^2 .

B_1 – постоянная помещения после его акустической обработки, m^2 .

Постоянная помещения B_1 в акустически обработанном помещении определяют по формуле (4.4) [2].

$$B_1 = \frac{A_1 + \Delta A}{(1 - \bar{\alpha}_1)}, m^2 \quad (4.4)$$

Где: $A_1 = \bar{\alpha} (S - S_{обл})$ – эквивалентная площадь ЗП поверхности, не занятыми звукопоглощающей облицовкой; $\bar{\alpha}$ – средний коэффициент ЗП в помещении до его акустической обработки, определяемые по формуле (4.2) [2]; $\bar{\alpha}_1$ – средний коэффициент ЗП акустически обработанного помещения, определяемый соотношением (4.5) [2].

$$\bar{\alpha}_1 = \frac{A_1 + \Delta A}{S}; \quad (4.5)$$

Где: ΔA – величина суммарного добавочного поглощения, вносимого конструкцией звукопоглощающей облицовки или штучными поглотителями (ф.4.6) [2];

S – общая площадь ограничивающих помещение поверхностей, m^2 .

$$\Delta A = \alpha_{обл} S_{обл} + A_{шт} n, m^2 \quad (4.6)$$

Где: $\alpha_{обл}$ – реверберационный коэффициент ЗП конструкции облицовки (определяемый по таблице 8.4, [2]);

$S_{обл}$ – площадь конструкции, m^2 ;

$A_{шт}$ – эквивалентная площадь одного штучного поглотителя, m^2 ;

n – количество штучных поглотителей.

3.1. Введем следующие допущения

Допущение 1: пусть облицовке будет подвергаться только потолок и стены.

$$S_{обл} = 1400 (m^2)$$

Допущение 2: в качестве облицовочного материала выберем звукопоглощающую облицовку с перфорированным покрытием. Толщина ЗПМ $d = 60$ мм; средняя плотность ЗПМ $\rho = 80$ кг/ m^3 (позиция 16, табл.8.4 [2]). Схематически звукопоглощающая облицовка представлена на рисунке 2.

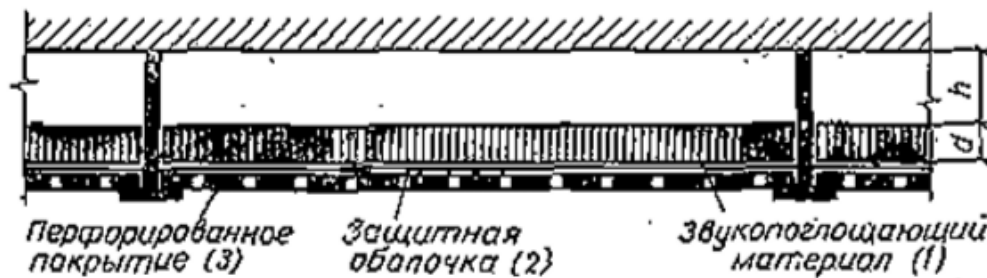


Рисунок 2 – звукопоглощающая облицовка с перфорированным покрытием

3.2 Определение реверберационного коэффициента облицовки ($\bar{\alpha}_{обл.}$)

В соответствии с табл.8.4 звукопоглощающая облицовка имеет следующую структуру:

(1)– Минеральная плита (по ГОСТ 9573-72);

(2)– Стеклоткань Э-0,1 (ГОСТ 8481-61);

(3)– Металлический лист перфорация в «шахмат» 46% диаметр 6 мм., размер 500x1000

Реверберационный коэффициент звукопоглощающей облицовки в соответствии с таблицей 8.4 [2] принимает следующие значения (таблица 7).

Таблица 7. Реверберационный коэффициент звукопоглощающей облицовки

Средний коэфф. ЗП	Материал	Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$\bar{\alpha}_{обл.}$	Облицовка	0,05	0,18	0,63	0,9	0,94	1	1	0,95

3.2. Определение величины суммарного добавочного поглощения (ΔA)

Добавочное поглощение, вносимое конструкцией, определяется по формуле (4.6) [2].

$$\Delta A = \alpha_{обл.} S_{обл.} + A_{шт} n (m^2) \quad (4.6)$$

Где: $\alpha_{\text{обл.}}$ – реверберационный коэффициент звукопоглощения конструкции облицовки (определяемый по табл.8.4, [2]);

$S_{\text{обл.}}$ – площадь этой конструкции, м^2 ;

$A_{\text{шт}}$ – эквивалентная площадь звукопоглощения одного штучного звукопоглотителя, м^2 ;

n – количество штучных поглотителей в помещении.

Значения добавочного поглощения внесем в таблицу 8.

Таблица 8. Добавочное поглощение, вносимое звукопоглощающей облицовкой

Добавочное поглощение, м^2	Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔA	70	252	882	1260	1316	1400	1400	1330

3.3. Определение эквивалентной площади ЗП поверхности, не занятыми звукопоглощающей облицовкой

Эквивалентная площадь ЗП поверхности, не занятыми звукопоглощающей облицовкой, вычисляется по формуле

$$A_1 = \alpha(S - S_{\text{обл.}}), \text{м}^2$$

Где: $\bar{\alpha}$ – средний коэффициент ЗП в помещении до его акустической обработки, определяемые по формуле (4.2) [2];

S – площадь ограничивающих помещение поверхностей, м^2 ;

$S_{\text{обл.}}$ – площадь звукопоглощающей конструкции, м^2 ;

Значения, полученная для A_1 представлены в таблице 9.

Таблица 9. Эквивалентная площадь ЗП поверхности, не занятыми звукопоглощающей облицовкой

Экв.площадь без ЗПМ, м^2	Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A_1	25,3	25,3	27,7	34,9	48,9	75,3	129,8	221,3

3.4. Определение среднего коэффициента звукопоглощения акустически обработанного помещения

Согласно [2], средний коэффициент звукопоглощения акустически обработанного помещения ($\bar{\alpha}_1$) определяется в соответствии с формулой (4.5)

$$\bar{\alpha}_1 = \frac{A_1 + \Delta A}{S} \quad (4.5)$$

Где: A_1 – Эквивалентная площадь ЗП поверхности, не занятыми звукопоглощающей облицовкой, м^2 ;

ΔA – добавочное звукопоглощение, вносимое звукопоглощающей облицовкой, м^2 ;

S – площадь ограничивающих помещение поверхностей, м^2 .

Полученные значения среднего коэффициента звукопоглощения акустически обработанного помещения ($\bar{\alpha}_1$) представлены в таблице 10.

Таблица 10. Средний коэффициент звукопоглощения акустически обработанного помещения

Коэф.ЗП с ЗПМ	Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$\bar{\alpha}_1$	0,04	0,08	0,24	0,34	0,37	0,41	0,46	0,52

3.5.Определение постоянной помещения (B_1) в акустически обработанном помещении

Согласно [2], постоянная помещения (B_1) в акустически обработанном помещении определяется в соответствии с формулой 4.4

$$B_1 = \frac{A_1 + \Delta A}{(1 - \bar{\alpha}_1)}, \text{ м}^2 \quad (4.4)$$

Где: A_1 - эквивалентная площадь ЗП поверхности, не занятыми звукопоглощающей облицовкой, м^2 ;

ΔA – добавочное звукопоглощение, вносимое звукопоглощающей облицовкой, м^2 ;

$\bar{\alpha}_1$ – средний коэффициент звукопоглощения акустически обработанного помещения.

Значения постоянной помещения (B_1) в акустически обработанном помещении приведены в таблице 11.

Таблица 11. Постоянная помещения в акустически обработанном помещении (B_1).

Постоянная пом. с обл., м^2	Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
B_1	99,7	318,3	1577,0	3255,9	3737,9	4701,3	5303,3	5571,0

4. Определение эффективности снижения УЗД после облицовки помещения

В соответствии с [2] расчет величины снижения УЗД, для РТ, расположенной в зоне отраженного звука, будет производиться по формуле (4.3). Результаты расчета занесем в таблицу 12.

$$\Delta L = 10 \lg B_1 / B, \text{ дБ}$$

Таблица 12. Эффективность снижения УЗД посредством облицовки помещения звукопоглощающей конструкций

Эф-ть снижения УЗД., дБ	Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔL	1	6	13	15	14	13	11	8
$\Delta L_{\text{треб.}}$	нет	нет	4	7	13	19	17	18
Расхождение	-	-	-	-	-	6	6	10

Как видно из таблицы 12, облицовка данного помещения не обеспечит требуемого снижения шума, следовательно, помимо установки звукопоглощающей облицовки необходимы дополнительные мероприятия: например, попробуем увеличить площадь звукопоглощения путем установки штучных звукопоглотителей на потолок.

5. Расчет эффективности снижения шума после облицовки помещения и после установки штучных резонаторов

В силу недостаточной эффективности облицовки звукопоглощающим материалом для снижения шума до нормативных значений складского помещения, как уже было сказано ранее, внесем дополнительную площадь звукопоглощения путем установки штучных звукопоглотителей на потолок, в количестве 150 шт. и вновь проведем расчеты по формулам 4.3-4.6 [2]. Результаты расчетов сведем в таблицу 14.

Допущение 3: пусть будем применять штучные поглотители (рисунок 3), с характеристиками, приведенными в таблице 8.5 (строка 8) [2], а именно:

- (1) — фанерный лист толщиной 4 мм, перфорация по квадрату 23%, диаметр 10 мм, размер 500×500;
- (2) — базальт, пропитанный огне-стойким составом (артикул 208, ГОСТ 11680—65);
- (3) — минераловатные плиты (ТУ 81-63)

Согласно таблице 8.5, строке 8, ЗП слой имеет среднюю плотность (ρ) = 100 кг/м³; при толщине d = 100 мм: расстояние (b) между центрами = 2500 мм, а от потолка до центра (h) = 1250 мм.

Таблица 14. 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	0,7	1,2	1,98	1,79	1,59	1,63	1,4
S шт.	0,25							
A шт.	0,175	0,175	0,3	0,495	0,4475	0,3975	0,4075	0,35
ΔA (150 шт.)	96,3	278,3	927,0	1334,3	1383,1	1459,6	1461,1	1382,5
$\bar{\alpha}_1$	0,04	0,13	0,42	0,60	0,63	0,69	0,71	0,72
B_1	99,7	318,3	1577,0	3255,9	3737,9	4701,3	5303,3	5571,0
ΔL	1	6	13	15	14	13	11	8
$\Delta L_{\text{треб.}}$	0	0	4	7	13	19	17	18
Расхождение	-	-	-	-	-	6	6	10

Для наглядности сведем полученные результаты в сводную таблицу 15.

Таблица 15. Результаты расчета звукопоглощения помещения с акустической облицовкой и без нее

Параметр, ед.изм	Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{\text{зад}}, \text{дБ}$	87	85	86	85	88	92	88	87
<i>Допустимые УЗД для заданного помещения дневное время с 7.00-23.00, дБ (СН 2.2.4/2.1.8.562-96, табл.2, поз.2), [1]</i>	95	87	82	78	75	73	71	69
$\Delta L_{\text{треб}}, \text{дБ}$	нет	нет	4	7	13	19	17	18
До акустической обработки помещения								
μ	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6
$V, \text{м}^2$	75	75	82,5	105	150	240	450	900
$A, \text{м}^2$	72,5	72,5	79,5	100,1	140,2	215,9	372,1	634,4
$\bar{\alpha}$	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	0,10	0,17	0,30
$r_{\text{пр}}, \text{м}$	6,4							
После применения звукопоглощающей облицовки								
$S_{\text{обл.}}, \text{м}^2$	1400							
$\bar{\alpha}_{\text{обл.}}(\text{облицовка стен})$	0,05	0,18	0,63	0,9	0,94	1	1	0,95
$\Delta A, \text{м}^2$	70	252	882	1260	1316	1400	1400	1330
$A_1, \text{м}^2$	25,3	25,3	27,7	34,9	48,9	75,3	129,8	221,3
$\bar{\alpha}_1$	0,04	0,13	0,42	0,60	0,63	0,69	0,71	0,72
$V_1, \text{м}^2$	99,7	318,3	1577,0	3255,9	3737,9	4701,3	5303,3	5571,0
$\Delta L, \text{дБ}$	1	6	13	15	14	13	11	8
После применения облицовки и установки штучных поглотителей								
$n, \text{шт.}$	150							
$\alpha_{\text{погл}} - \text{ля}$	0,7	0,7	1,2	1,98	1,79	1,59	1,63	1,4
ΔA	96,3	278,3	927,0	1334,3	1383,1	1459,6	1461,1	1382,5
$\bar{\alpha}_1$	0,04	0,13	0,42	0,60	0,63	0,67	0,67	0,64
$V_1, \text{м}^2$	99,7	318,3	1577,0	3255,9	3737,9	4701,3	5303,3	5571,0
$\Delta L, \text{дБ}$	1	6	13	15	14	13	11	8
$\Delta L_{\text{треб. дБ}}$	0	0	4	7	13	19	17	18
Расхождение	-	-	-	-	-	6	6	10

Заключение и выводы:

Проанализировав полученные результаты, можно резюмировать следующее:

- 1) В складском помещении с учётом облицовки стен звукопоглощающим материалом и применяем штучных звукопоглотителей УЗД превышают нормативные значения на октавных полосах частот 2000, 4000, 8000 Гц.
- 2) Применение звукопоглощающей облицовки дало эффект до 15 дБ, применение штучных звукопоглотителей не увеличило эффективность.
- 3) Для снижения шума до нормативных значений в дополнение к вышеуказанному рекомендуется:
 - Применение шумозащитных экранов между рабочим местом и источником шума;
 - Замена оборудования на менее шумное.

Список используемой литературы

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 год.
2. Юдин Е.Я. Справочник проектировщика. – М.: Стройиздат, 1974. – 54 с.
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-K5-01

Факультет

О

Естественнонаучный

шифр

наименование

Кафедра

О1

Экология и безопасность жизнедеятельности

шифр

наименование

Дисциплина

Защита от шума и вибрации

Расчётная работа на тему Расчёт виброизоляции

Выполнил студент группы О1М31

Ксенофонтова В.К.

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ

Дроздова Л.Ф.

Фамилия И.О.

Подпись

Оценка

« »

20 г.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2018 г.

Исходные данные:

Таблица 1. Исходные данные (резино-металл)

Вариант	Виброскорость V , (м/с)	Масса человека $m_{ч}$, кг	Масса плиты $M_{п}$, кг	Частота f , Гц	Марка резины
7	0,038	50	250	20	3311

В таблице 2 представлены характеристики резин, используемых для виброизоляторов.

Таблица 2. Характеристики резин

Марка резины	Динамический модуль упругости $1 \cdot 10^5, Н/м^2$	Марка резины	Динамический модуль упругости $1 \cdot 10^5, Н/м^2$
2566	38	122	206
8508	126	9831	166
4326	226	3826	236
4068	166	2542	314
199	196	3311	250
56	72	2959	63

В соответствии с ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» [4] нормируемыми параметрами вибраций на рабочих местах являются среднеквадратичные значения виброскорости V (м/с), виброускорения A ($м/с^2$) и их логарифмические уровни.

Для расчетов в данной практической работе используются допустимые по нормам значения виброскорости на среднегеометрических частотах, которые приведены в таблице 3.

Таблица 3. Допустимые значения виброскорости $V_{доп}$, м/с

Частота f , Гц	Виброскорость $V_{доп}, м/с \cdot 10^{-2}$	Частота f , Гц	Виброскорость $V_{доп}, м/с \cdot 10^{-2}$
1,6	1,3	12,5	0,20
2,0	1,3	16,0	0,20
2,5	1,3	20,0	0,20
3,15	0,45	25,0	0,20
4,0	0,45	31,5	0,20
5,0	0,45	40,0	0,20
6,3	0,22	50,0	0,20
8,0	0,22	63,0	0,20
10,0	0,22	80,0	0,20

Выполнение расчета**I. Общие параметры**

Независимо от выбранного виброизолятора для начала необходимо определить следующие параметры:

- 1) По ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» (табл. 3) для заданной частоты вынужденных колебаний f , Гц, допустимую виброскорость рабочего места

$$V_{доп}, \text{ м/с} \quad (1)$$

$$V_{доп} = 0,20 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$$

- 2) Необходимый для данной системы виброизоляции коэффициент передачи μ

$$\mu = V_{доп} / V \quad (2)$$

$$\mu = 0,2 \cdot 10^{-2} / 0,038 = 0,053$$

- 3) Частоту вынужденных колебаний f , Гц

$$f = n / 60 \quad (3)$$

Где: n – число оборотов вала электродвигателя, об/мин.

При $n = 3000$ об/мин.

$$f = 3000 / 60 = 50 \text{ (Гц)}$$

- 4) Частоту собственных колебаний f_0 , Гц

$$f_0 = f / (\sqrt{1/\mu + 1}) \quad (4)$$

$$f_0 = 11,2 \text{ (Гц)}$$

II. Расчет параметров резиновых виброизоляторов (ВИ)

Порядок расчета резиновых виброизоляторов следующий.

1. Статическая деформация резиновых виброизоляторов $\lambda_{ст}$, м

$$\lambda_{ст} = \frac{g}{(2\pi \cdot f_0)^2} \quad (4)$$

Где: $g = 9,8$ (м/с);

f_0 – собственных колебаний системы, Гц.

$$\lambda_{ст} = \frac{9,8}{(2 \cdot 3,14 \cdot 11,2)^2} = \frac{9,8}{4 \cdot 947} = 0,0019 \text{ (м)}$$

2. Требуемая суммарная жесткость резиновых виброизоляторов $K_{сумм}$, Н/м

$$K_{сумм} = \frac{(m_n + m_q) \cdot g}{\lambda_{ст}} \quad (5)$$

Где: $g = 9,8$ (м/с);

m_n – масса пластины, кг;

m_q – масса человека, кг;

$\lambda_{ст}$ – статическая деформация резиновых виброизоляторов, м.

$$K_{сумм} = \frac{(250 + 50) \cdot 9,8}{0,0019} = \frac{2940}{0,0019} = 1 \, 547 \, 368 \text{ (Н/м)}$$

3. Определяем площадь поперечного сечения всех виброизоляторов $S_{сумм}$, м²

$$S_{сумм} = \frac{(m_n + m_q) \cdot g}{\sigma} \quad (6)$$

Где: $g = 9,8$ (м/с);

m_n – масса пластины, кг;

m_q – масса человека, кг;

σ – расчетное статическое напряжение в упругом материале виброизолятора

($\sigma = (2 \div 4) \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$).

$$S_{сумм} = \frac{(250 + 50) \cdot 9,8}{4 \cdot 10^5} = \frac{2940}{4 \cdot 10^5} = 0,0058 \text{ (м}^2\text{)}$$

4. Принимаем число (N_p) ВИ от 2 и более.

Пусть $N_p = 6$ шт.

5. Площадь сечения одного виброизолятора $S, м^2$

$$S = \frac{S_{\text{сумм}}}{N_p} \quad (7)$$

Где: $S_{\text{сумм}}$ – площадь поперечного сечения всех виброизоляторов, $м^2$;

N_p – число ВИ, шт.

$$S = \frac{0,0058}{6} = 0,0009 (м^2)$$

6. Расчетная высота виброизоляторов $H_p, м$

$$H_p = \frac{E_d \cdot S_{\text{сумм}}}{K_{\text{сумм}}} \quad (8)$$

Где: E_d – динамический модуль упругости, $Н/м^2$, табл.2;

$S_{\text{сумм}}$ – площадь поперечного сечения всех виброизоляторов, $м^2$;

$K_{\text{сумм}}$ – требуемая суммарная жесткость резиновых виброизоляторов

$$H_p = \frac{250 \cdot 10^5 \cdot 0,0058}{1\,547\,368} = 0,094(м)$$

7. Выбираем сечение виброизолятора – квадрат или окружность, исходя из его площади S . Тогда сторона квадрата сечения виброизолятора $a, м$ или его диаметр $d, м$ определятся как:

для квадратного сечения $a = \sqrt{S}$ (9.1);

$$d = 2\sqrt{\frac{S}{\pi}} \quad (9.2).$$

для круглого сечения

Согласно формуле 9.1, для квадратного сечения сторона будет равна:

$$a = \sqrt{0,0009} = 0,03 (м)$$

8. Полная высота виброизолятора $H, м$

с квадратным сечением $H = H_p + a/8$ (10.1);

Полная высота ВИ с квадратным сечением: $H = 0,094 + (0,03/8) = 0,097 (м)$


с круглым сечением $H = H_p + d/8$ (10.2).

9. Резиновые виброизоляторы сохраняют устойчивость от опрокидывания в процессе эксплуатации при условии (11)

$$H < a(d) < 1,5 \div 2,5H \quad (11)$$

Список использованных источников и литературы

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В трех томах. М.: Машиностроение, 1982, Т. 1 729 с. Т. 2. 584 с. Т. 3. 576 с.
2. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. 4-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2004. – 606 с.: ил.
3. Безопасность производственных процессов: Справочник/С.В. Белов, В.Н. Бринза, Б.С. Векшин и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.
4. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
5. Инженерные решения по охране труда в строительстве / Г.Г. Орлов, В.И. Булыгин, Д.В. Виноградов и др.; Под ред. Г.Г. Орлова. – М.: Стройиздат, 1985. – 278 с., ил. – (Справочник строителя).
6. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов/Е.Я. Юдин, С.В. Белов, С.К. Баланцев и др.; Под ред. Е.Я. Юдина, С.В. Белова – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983, 432 с., ил.
7. Коллективные средства защиты / Справочное пособие по дипломному проектированию. Под. ред.: Н.И. Иванова и И.М. Фаина – книга 1. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2014. – 155 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-K5-01		

Факультет	<u>О</u>	<u>Естественнаучный</u>
	шифр	наименование
Кафедра	<u>О1</u>	<u>Экология и безопасность жизнедеятельности</u>
	шифр	наименование
Дисциплина	<u>Защита от шума и вибрации</u>	

Расчётная работа на тему Расчёт звукоизолирующего кожуха

Выполнил студент группы О1М31
Ксенофонтова В.К.

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ

Дроздова Л.Ф.

Фамилия И.О. Подпись

Оценка _____

«_____» _____ 20____ г.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2018 г.

Вариант 7

Исходные данные:

Таблица 1

Материал капота	Толщина, мм	Источник	Размер, м		
			Длина	Ширина	Высота
Сталь	2	электродвигатель	1,5	1	1

Таблица 2

Наименование источника	УЗМ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
электродвигатель	87	82	78	75	72	69	68	67

Расчёт:

Наиболее простым и дешевым способом снижения шума в помещениях является устройство звукоизолирующего кожуха, полностью закрывающих источник шума.

Требуемая эффективность звукоизолирующего кожуха определяется по формуле 1.

$$\Delta L_{\text{эф-ть}} = L_p - 10 \lg S - L_{\text{доп}} + 5 \quad (1)$$

Где L_p – октавный уровень звукового давления в расчетной точке, дБ; S – площадь воображаемой поверхности правильной геометрической формы, окружающей машину и проходящий через расчетную точку, м^2 ; $L_{\text{доп}}$ – допустимый по нормам уровень звукового давления в расчетной точке (на рабочем месте), дБ.

Звукоизолирующая способность стенок кожуха определяется поверхностной плотностью и жёсткостью, в сильной степени зависит от формы стенки и её размеров. Кроме того, звукоизолирующая способность меняется при нанесении на станки кожуха слоя звукопоглощающего материала.

Эффективность кожуха определяется по формуле 2.

$$\Delta L_{\text{эф.к}} = R_k - 10 \lg (S_k / S_{\text{ист}}) \quad (2)$$

Где ΔL – акустическая эффективность кожуха, дБ; R_k – звукоизолирующая способность стенки кожуха, дБ; $S_{\text{ист}}$ – площадь воображаемой поверхности, вплотную окружающей источник шума, м^2 ; S_k – площадь поверхности кожуха, м^2 .

Сводная таблица с расчётом

Таблица 3

Наименование	УЗМ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Электродвигатель	87	82	78	75	72	69	68	67
Допустимые УЗД для заданного помещения дневное время с 7.00-23.00, дБ (СН 2.2.4/2.1.8.562-96, табл.2, поз.5), [1]	95	87	82	78	75	73	71	69
$\Delta L_{\text{эф.тр.}}$	-	-	1	2	2	1	2	3

Наименование	УЗМ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
R _{ст}	16	20	24	28	32	36	35	33
S _{ист}	6,5							
S _к	7,7							
L _{эф.к}	15	19	23	27	31	35	34	32

Эффективности кожуха из стали толщиной 2 мм. достаточно для снижения шума до нормативных значений. Для исключения возможности излучения шума самим капотом был рассмотрен вариант с нанесением звукопоглощающего материала на внутренние стенки. Был определен коэффициент $\Delta R_{\text{доп.}}$ по рис. 3.39 [2] результат представлен в таблице 4.

Таблица 4

Наименование	УЗМ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Электродвигатель	87	82	78	75	72	69	68	67
Допустимые УЗД для заданного помещения дневное время с 7.00-23.00, дБ (СН 2.2.4/2.1.8.562-96, табл.2, поз.5, [1])	95	87	82	78	75	73	71	69
L _{эф.к}	15	19	23	27	31	35	34	32
$\Delta R_{\text{доп}}$	0,0	1,3	2,2	4,6	6,4	8,2	8,5	10,4
L _{эф.к} (суммарная)	15	21	25	32	38	43	43	43

Вывод:

Эффективности кожуха из стали толщиной 2 мм достаточно для снижения шума до нормативных значений. Для исключения возможности излучения шума самим капотом был рассмотрен вариант с нанесением звукопоглощающего материала на внутренние стенки, что увеличило эффективность кожуха до 10 дБ.

Список используемой литературы

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 год.
2. Юдин Е.Я. Справочник проектировщика. – М.: Стройиздат, 1974. – 54 с.
3. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом. Учебник. / Н.И. Иванов. СПб: Университетская книга. 2016 г. С. 424.