

1. ТРЕБОВАНИЯ К ПОРЯДКУ ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Отчеты по практическим работам следует выполнять в отдельной тетради для практических работ, на титульном листе которой указываются: институт; группа; фамилия, имя, отчество студента, номер зачетной книжки. Каждая последующая практическая работа должна начинаться с новой страницы.

Каждый отчет должен содержать:

1. Наименование практической работы.
2. Цель работы.
3. Общие сведения (краткая теория вопроса, нормативные требования, особенности расчета и др.).
4. Исходные данные согласно варианту. Номер варианта выбирается по указанию преподавателя.
5. Расчетная часть (порядок расчета, необходимые таблицы и рисунки указывает преподаватель).

Расчетные формулы следует оформлять следующим образом:

- рассчитываемый параметр, расчетная формула в символьном виде, подстановка численных значений, ответ, единицы измерения,
- с новой строки – расшифровка символов, входящих в формулу.

Например:

$$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{R_{\phi}} = \frac{220}{1000} = 0,22 \text{ А},$$

где U_{ϕ} – фазное напряжение на рассматриваемом участке сети, В;

R_{ϕ} – сопротивление тела человека, Ом.

6. Выводы о соответствии полученных расчетных параметров нормативным требованиям.

7. Рекомендации (мероприятия по приведению расчетных величин в соответствие с нормативными требованиями). **При необходимости расчеты следует повторить** частично или полностью.

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА «РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ»

2.1. Цель работы

Ознакомление с основными сведениями о звукопоглощающих конструкциях, принципом их действия, нормативными требованиями. Приобретение навыков расчета эффективности звукопоглощения (на примере деревообрабатывающего цеха).

2.2. Общие сведения

Уровень шума в изолированном помещении зависит от прямой и отраженной звуковых волн. При невозможности снижения шума самого источника, излучающего прямые звуковые волны, применяют меры к уменьшению энергии отраженных волн. Увеличение площади поглощения называется акустической обработкой помещения, а сам метод борьбы с шумом – **звукопоглощением** [3, 4, 5]. С этой целью на ограждающих конструкциях помещений размещаются звукопоглощающие материалы (акустические плиты) или специальные звукопоглощающие конструкции (звукопоглощающие облицовки).

Способность материалов поглощать падающие на них звуковые волны характеризуется коэффициентом звукопоглощения α , который представляет собой отношение звуковой энергии $E_{ног}$, поглощенное материалом, к энергии на него падающей $E_{пад}$:

$$\alpha = \frac{E_{ног}}{E_{пад}}, \quad (2.1)$$

2.2.1. Принцип действия звукопоглощения

Процесс поглощения звуковой волны происходит вследствие преобразования механической энергии, переносимой частицами воздуха, в тепловую за счет потерь на трение в порах материала. Звукопоглощением обладают любые материалы и строительные конструкции. В справочниках коэффициенты звукопоглощения приводятся для среднегеометрических частот октавных полос. В табл. 2.1 приведены коэффициенты звукопоглощения ограждающих конструкций помещений [5, 6].

Звукопоглощающими называют материалы и конструкции, обладающие выраженной способностью поглощать падающую на них звуковую энергию ($\alpha > 0,2$). Иногда, особенно на низких частотах, поглощение звука происходит за счет колебания материала, на который падает звуковая волна.

Эффективность звукопоглощения зависит от физических свойств материала и способа его размещения на ограждающей конструкции (рис. 2.1).

Материалы могут быть прикреплены вплотную к ограждению без перфорированного покрытия (рис.2.1, а) с перфорированным покрытием (рис.2.1, б), с одним (рис.2.1, в, г) или двумя (рис.2.1, д) воздушными промежутками.

Таблица 2.1.

Коэффициенты звукопоглощения ограждающих конструкций помещений

Ограждающие конструкции помещений	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Застекленные оконные переплеты	0,5	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04	0,03
Окна двойные в деревянных переплетах	0,35	0,35	0,29	0,20	0,14	0,10	0,06	0,04
Двери монолитные лакированные	0,03	0,03	0,02	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
Полы:								
– паркетные по асфальту	0,04	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07
– паркетные на шпонах	0,20	0,20	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06
– покрытые по твердому основанию метлахской плиткой	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
– бетонные	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Стены и потолки:								
– оштукатуренные и окрашенные клеевой краской	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
– оштукатуренные и окрашенные масляной краской	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
– оштукатуренные по металлической сетке	0,02	0,04	0,05	0,06	0,08	0,04	0,06	0,06
– бетонные	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Стены кирпичные без расшивки швов	0,01	0,015	0,019	0,29	0,28	0,38	0,46	0,46
Стены кирпичные с расшивкой швов	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06

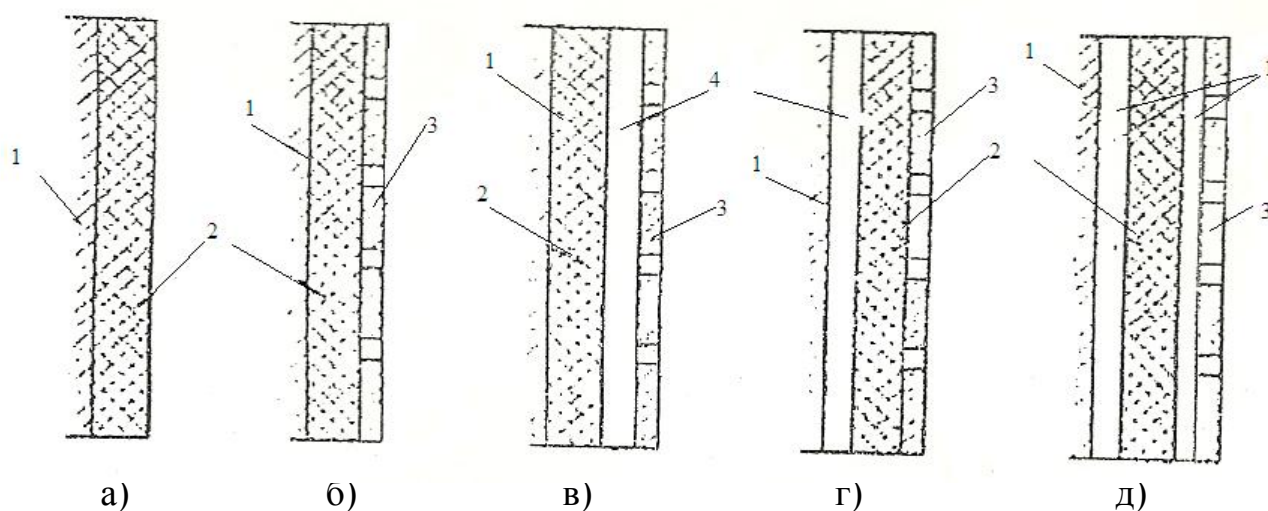


Рис. 2.1. Способы размещения звукопоглощающего материала на ограждающей конструкции: 1 – ограждение; 2 – звукопоглощающий материал; 3 – перфорированное покрытие; 4 – воздушный промежуток

Крепление материала вплотную к ограждению приводит к уменьшению звукопоглощения на низких частотах. Воздушный промежуток увеличивает эф-

фekt звукопоглощения. Наибольшее звукопоглощение достигается в случае, когда середина пористого слоя располагается на расстоянии $\frac{1}{4}$ длины звуковой волны от ограждающей конструкции.

В качестве звукопоглощающих материалов чаще всего используются акустические плиты (табл. 2.2)

Таблица 2.2.

Характеристика акустических плит

Марка и характеристика плиты	Толщина плиты, h мм	Воздушный промежуток, d	Коэффициент звукопоглощения α в октавной полосе со среднегеометрической частотой, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ПА/О минераловатные акустические с несквозной перфорацией по квадрату диаметром 4 мм (коэффициент перфорации 13%) размерами 500×500 мм	20	0 50	0,02 0,02	0,03 0,05	0,17 0,42	0,68 0,98	0,98 0,90	0,86 0,79	0,45 0,45	0,20 0,19
ПА/С минераловатные акустические, отделка «набрызгом», размерами 500×500 мм	20	0 50	0,02 0,02	0,05 0,12	0,21 0,36	0,66 0,88	0,91 0,94	0,95 0,84	0,89 0,80	0,70 0,65
«Акмигран», «Акминит» минераловатные размерами 300×300 мм	20	0 50	0,02 0,01	0,11 0,20	0,30 0,71	0,85 0,88	0,90 0,81	0,78 0,71	0,72 0,79	0,59 0,65
«Силакпор» размерами 450×450мм	45	0	0,10	0,25	0,45	0,60	0,70	0,80	0,90	0,95
ПА минераловатные плоские самонесущие офактуренные шириной 500,900, 1000 мм, длиной 1000, 1500, 1800, 2000 мм	40 50	0 180	0,28 0,50	0,43 0,70	0,83 0,85	1,0 0,93	1,0 0,98	0,85 0,95	0,80 0,84	0,75 0,80
«Винипор» полужесткий	50	0 50	0,06 0,12	0,23 0,28	0,46 0,63	0,93 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0
ПП-80, ППМ, ПММ звукопоглощающие	50	0 50	0,14 0,2	0,14 0,2	0,52 0,61	0,9 0,9	0,99 0,94	0,42 0,92	0,82 0,78	0,78 0,76

Таблица 2.3.

Характеристика звукопоглощающих облицовок из пористо-волокнистых материалов

Конструкция (ГОСТ или ТУ)	Толщина звуко- погл. мат- ла h, мм	Воздушн. промежу- ток d, мм	Коэффициент звукопоглощения α в октавной полосе со среднегеометрической частотой ,Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Звукопоглощающий материал – минераловатная плита, защитная оболочка – стеклоткань ЭЗ-100, перфорированное покрытие – гипсоплита 550×500×6 мм, с перфорацией по квадрату 13 % диаметром 10 мм	60	0	(0,1)	0,31	0,70	0,95	0,69	0,59	0,50	0,30
То же, материал – прошивные минераловатные маты	100	0	0,15	0,42	0,81	0,82	0,69	0,58	0,59	0,58
То же, материал – супертонкое стекловолокно	100	0	0,3	0,66	1,0	1,0	1,0	0,96	0,7	0,55
Звукопогл. мат-л – прошивные минераловатные маты, защ. оболочка – стеклоткань ЭЗ-100, перф. покрытие – просечно-вытяжной лист толщиной 2 мм, с перфорацией 74%	100	0	0,11	0,35	0,75	1,0	0,95	0,90	0,92	0,95
То же, материал – минераловатная плита	50	0	0,09	0,18	0,55	1,0	0,86	0,79	0,85	0,85
То же, материал – супертонкое стекловолокно	50	0 250	0,07 0,25	0,25 0,63	0,1 1,0	0,95 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	0,95 0,95
То же, материал – маты из супертонкого базальтового волокна	50	0 100	0,05 0,2	0,25 0,37	0,66 0,9	0,98 0,99	0,99 1,0	0,98 1,0	0,95 0,98	0,95 0,97
Звукопоглощающий материал – базальтовое волокно, оболочка – стеклоткань типа ЭЗ-100, перфорированное покрытие – металлический перфорированный лист с перфорацией 27%	50	0	0,06	0,2	0,5	0,82	0,9	0,92	0,85	0,64
	50	50	0,12	0,34	0,69	0,81	0,83	0,89	0,85	0,64
	100	0	0,22	0,51	0,73	0,8	0,88	0,92	0,85	0,84
То же, материал – супертонкое стекловолокно	50	0	0,07	0,2	0,47	0,83	0,98	0,91	0,82	0,58
	50	50	0,09	0,29	0,65	0,94	0,89	0,94	0,81	0,58
	100	0	0,19	0,49	0,81	0,94	0,94	0,9	0,81	0,58
Маты из супертонкого стекловолокна, оболочка из стеклоткани ЭЗ-100	50	0	0,1	0,4	0,85	0,98	1,0	0,93	0,97	1,0
Маты из супертонкого базальтового волокна, оболочка из декоративной стеклоткани ТСД	50	0	0,1	0,2	0,9	1,0	1,0	0,95	0,90	0,85
		50	0,15	0,47	1,0	1,0	1,0	1,0	0,95	0,95

Используются также звукопоглощающие облицовки из пористо-волокнистых материалов (см. табл. 2.3).

Для защиты звукопоглощающего материала от повреждений применяются перфорированные покрытия (экраны) [7]. Перфорация выполняется в виде круглых отверстий или щелей.

Характеристикой звукопоглощения ограждающих конструкций является эквивалентная площадь звукопоглощения.

2.2.2. Виды звукопоглощающих материалов

Звукопоглощающие материалы и изделия изготавливают следующих видов:

- жесткие и твердые изделия полной заводской готовности (плиты на крахмальном или синтетическом связующем с отделочным фактурным слоем, плиты из ячеистого бетона, гипсовые литые плиты);;
- полужесткие и мягкие изделия полной заводской готовности (плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем с декоративным покрытием, изделия из пенопластов);
- материалы и изделия, применяемые в качестве составных элементов звукопоглощающих конструкций (изделия из минеральной ваты в защитных оболочках, защитные перфорированные покрытия из металла, гипса, защитные оболочки из натуральной и стеклянной тканей, холстов, синтетических пленок)..

Звукопоглощающие материалы и изделия характеризуют следующими акустическими характеристиками и физико-механическими показателями:

- реверберационный коэффициент звукопоглощения;
- нормальный коэффициент звукопоглощения;
- индекс звукопоглощения;
- удельное сопротивление продуванию потоком воздуха R_S , Па·с/м;
- индекс перфорации, %;
- плотность, кг/м³;
- предел прочности при изгибе или сжатии (для жестких и твердых изделий), кПа.

Применяемость акустических характеристик и физико-механических показателей звукопоглощающих материалов и изделий зависит от их вида, функционального назначения, способа установки в конструкциях.

Значения акустических характеристик и физико-механических показателей для материалов и изделий конкретных видов должны быть установлены в стандартах или технических условиях на эти материалы и изделия, исходя из требований к их качеству и эксплуатационным характеристикам [5].

2.2.3. Конструктивные решения звукопоглощающих материалов

Звукопоглощающие материалы и изделия должны выпускаться полной заводской готовности или в виде составных элементов, предназначенных для применения в звукопоглощающих конструкциях.

Звукопоглощающие волокнистые материалы и изделия должны изготавливаться плотностью от 20 до 200 кг/м³. Диаметр волокон минеральной ваты, применяемой для изготовления звукопоглощающих материалов и изделий, должен быть не менее 1 и не более 20 мкм. Содержание в минеральной вате неволокнистых включений (корольков) размером более 0,25 мм не должно превышать 5 % по массе.

Мягкие и полужесткие звукопоглощающие волокнистые материалы и изделия должны изготавливаться и применяться только с защитными (продуваемыми или непродуваемыми) оболочками, препятствующими высыпанию волокон и пыли (см. табл. 2.3).

Для защиты мягких и полужестких звукопоглощающих волокнистых материалов и изделий от механических повреждений следует применять защитные покрытия (перфорированные или неперфорированные).

Защитные оболочки или защитные покрытия не должны оказывать влияния на звукопоглощающие свойства защищаемого материала (за исключением специальных случаев, оговоренных в стандарте или технических условиях на материал или изделие конкретного вида).

Жесткие волокнистые звукопоглощающие изделия должны иметь декоративное и проницаемое для звуковых волн покрытие в виде фактурного слоя (например, стеклорогожка, тонкая полимерная пленка, напыляемое покрытие и т.п.).

2.3. Нормативные требования

При нормировании звукопоглощения основными документами являются ГОСТ 23499-2009 «Материалы и изделия звукоизоляционные и звукопоглощающие строительные. Общие технические условия» [5], а также СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [8].

При нормировании применяются следующие понятия:

Коэффициент звукопоглощения α – отношение неотраженного потока звуковой энергии к потоку звуковой энергии падающего на материал или изделие звука.

Реверберационный коэффициент звукопоглощения α_s – коэффициент звукопоглощения, измеренный в реверберационной камере при хаотическом падении звука на поверхность звукопоглощающего материала или изделия.

Нормальный коэффициент звукопоглощения α_n – коэффициент звукопоглощения, измеренный в условиях падения звуковой волны под одним углом (по нормали) к поверхности материала или изделия.

Реверберация – процесс постепенного затухания звука (спада уровней звукового давления) в закрытых помещениях после прекращения работы источников звука.

Удельное сопротивление продуванию потоком воздуха R_S , Па·с/м – отношение разности давлений воздуха с двух сторон образца пористого материала к линейной скорости потока воздуха через образец.

Индекс звукопоглощения α_W – частотно независимые значения коэффициентов звукопоглощения, соответствующие величине смещенной нормативной кривой на частоте 500 Гц (среднегеометрической частоте октавной полосы).

Звукопоглощающие свойства материалов и изделий характеризуют реверберационным коэффициентом звукопоглощения α_S , изменяющимся от 0 до 1 в зависимости от частоты звукового сигнала.

Для предварительной оценки звукопоглощающих свойств материалов и изделий допускается применять нормальный коэффициент звукопоглощения α_n , изменяющийся от 0 до 1 в зависимости от частоты звукового сигнала.

Для практического применения звукопоглощающие свойства материалов и изделий оценивают одним числом – индексом звукопоглощения α_W .

В зависимости от значений индекса звукопоглощения α_W звукопоглощающие материалы и изделия должны быть отнесены к одному из пяти классов (А, В, С, D, Е), указанных в табл.2.4.

Таблица 2.4.

Классы звукопоглощения

Класс звукопоглощения	Индекс звукопоглощения α_W
А	0,90; 0,95; 1,00
В	0,80; 0,85
С	0,60; 0,65; 0,70; 0,75
Д	0,30; 0,35; 0,40; 0,50; 0,55
Е	0,25; 0,20; 0,15

2.4. Расчетная часть

2.4.1. Задание по работе

Оценить эффективность звукопоглощения в помещении деревообрабатывающего цеха после облицовки стен и потолка звукопоглощающими материалами.

Исходные данные для выполнения работы согласно номеру варианта, который задает преподаватель, принимают:

- уровни звукового давления в помещении деревообрабатывающего цеха – по табл. 2.5,
- коэффициенты звукопоглощения ограждающих конструкций деревообрабатывающего цеха – по табл. 2.6,
- габаритные размеры ограждающих конструкций помещений деревообрабатывающего цеха – по табл. 2.7.

Таблица 2.5.

Исходные данные: уровни звукового давления

Варианты	Показатель	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	Уровни звукового давления в помещении деревообрабатывающего цеха L, дБ	93	87	87	84	78	74	72	70
2		92	82	87	85	77	75	73	71
3		94	86	86	85	84	83	75	70
4		93	87	86	81	80	79	76	73
5		94	86	85	85	78	76	73	72
6		92	85	84	86	79	78	78	74
7		91	87	86	81	80	75	73	72
8		91	83	87	83	77	75	73	72
9		91	86	86	86	79	75	74	70
10		92	85	85	85	79	78	75	71

Таблица 2.6.

Исходные данные: коэфф–ты звукопоглощения ограждающих конструкций

Показатель	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
К–ты звукопоглощения ограждающих конструкций до облицовки α_{ij} :								
стены	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
потолок	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
пол	0,1	0,1	0,1	0,1	0,08	0,06	0,06	0,07
окна	0,35	0,35	0,29	0,2	0,14	0,1	0,06	0,04
двери	0,1	0,1	0,1	0,1	0,08	0,08	0,07	0,04
К–ты звукопоглощения облицовки (маты из супертонкого стекловолокна толщиной 50 мм) α_{ij}	0,1	0,4	0,85	0,98	1,0	0,93	0,97	1,0

Таблица 2.7.

Исходные данные: габаритные размеры ограждающих конструкций

Вариант	Размеры помещения, м			Ворота	Окна
	Длина А	Ширина В	Высота Н	Кол-во × высота × ширина (n×hдв×бдв)	Кол-во × высота × ширина (m×ho×bo)
1 этаж деревообрабатывающего цеха					
1	144	48	4,5	1×2,95×2,6	2×1,76×226
2	144	24	9	1×2,95×2,9	2×1,76×186
2 этаж деревообрабатывающего цеха					
3	30	12	4,5	1×2,3×1,17	1×1,62×3,05
4	30	12	4,5	1×2,3×0,97	2×1,62×2,45
5	50	12	4,5	1×2,3×0,97	1×1,76×2,36
6	20	12	4,5	1×2×1,17	1×1,76×1,785
7	30	12	4,5	1×2×0,87	2×1,76×1,785
8	30	12	9	1×2,3×1,17	1×1,62×3,05
9	50	12	9	1×2×1,17	2×1,76×1,785
10	20	12	9	1×2×1,17	1×1,76×1,785

2.4.2. Расчет эффективности звукопоглощения в помещении деревообрабатывающего цеха после облицовки стен и потолка звукопоглощающими материалами

Превышение уровней звукового давления над допустимым Δ , дБ рассчитывается по формуле:

$$\Delta = L - L_{\text{доп}}, \quad (2.2)$$

где L – уровни звукового давления в помещении деревообрабатывающего цеха, дБ;

$L_{\text{доп}}$ – допустимые уровни звукового давления для всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях, дБ.

Эквивалентная площадь звукопоглощения, определяемая на среднегеометрических октавных частотных по формуле:

$$A_{ij} = a_{ij} \cdot S_i, \quad (2.3)$$

где A_{ij} – эквивалентная площадь звукопоглощения i -й ограждающей конструкции на j -й среднегеометрической октавной частоте, м^2 ;

a_{ij} – коэффициент звукопоглощения i -й ограждающей конструкции на j -й среднегеометрической октавной частоте;

S_i – площадь i -й ограждающей конструкции, м^2 .

При оценке эффективности звукопоглощения определяется суммарная эквивалентная площадь звукопоглощения всех ограждающих конструкций помещения по формуле:

$$A_{ij} = \sum a_{ij} \cdot S_i, \quad (2.4)$$

Снижение шума в помещении за счет звукопоглощения определяется по формуле:

$$\Delta L_j = 10 \cdot \lg\left(\frac{A_2}{A_1}\right), \quad (2.5)$$

где ΔL_j – снижение шума на j -й среднегеометрической октавной частоте, дБ;

A_1 – суммарная эквивалентная площадь звукопоглощения всех ограждающих конструкций помещений до облицовки, определяемая по формуле (2.3), м^2 ;

A_2 – суммарная эквивалентная площадь звукопоглощения всех ограждающих конструкций помещений после облицовки, определяемая по формуле (2.3), м^2 .

Ожидаемые уровни звукового давления в деревообрабатывающем цехе после облицовки определяются по формуле:

$$L_{\text{ожд}} = L - \Delta L, \quad (2.6)$$

Исследования и расчеты показывают, что звукопоглощение, как мера защиты от шума, может быть эффективной, если превышение уровней звукового давления над допустимыми составляет не более 8...10 дБ.

2.4.3. Порядок выполнения расчета

1. Определить превышения уровней звукового давления в помещении над допустимыми значениями по СН [8]. Для этого

а) В позицию 1 табл.2.8 «Результаты расчета эффективности звукопоглощения» из табл.2.5 выписываем уровни звукового давления L , дБ, в помещении деревообрабатывающего цеха.

б) В позицию 2 табл.2.8 из санитарных норм СН [8] (табл.2.9) выписываем допустимые уровни звукового давления $L_{доп}$ для всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях.

в) На каждой среднегеометрической октавной частоте определяем Δ – превышение уровней звукового давления в помещении над допустимыми значениями по формуле (2.2) и записываем в позицию 3 табл.2.8:

- на частоте 63 Гц $\Delta_{63} = 93 - 95$ – превышения нет;
- на частоте 125 Гц $\Delta_{125} = 87 - 87$ – превышения нет;
- на частоте 250 Гц $\Delta_{250} = 87 - 82 = 5 \text{ дБ}$;

2. Определяем площади ограждающих конструкций цеха(помещения): потолка, пола, стен, дверей, окон.

- окна $S_{ок} = m \cdot h_0 \cdot b_0 = 2 \cdot 1,76 \cdot 226 = 795,5 \text{ м}^2$;
- двери $S_{дв} = m \cdot h_{дв} \cdot b_{дв} = 1 \cdot 2,95 \cdot 2,6 = 7,67 \text{ м}^2$;
- стены $S_{ст} = 2 \cdot (A + B) \cdot H - S_{ок} - S_{дв} = 924,81 \text{ м}^2$;
- потолок $S_{пот} = A \cdot B = 6912 \text{ м}^2$ $S_{пот} = A \cdot B = 6912 \text{ м}^2$;
- пол $S_{пол} = A \cdot B = 6912 \text{ м}^2$;

3. Определяем эквивалентные площади звукопоглощения ограждающих конструкций цеха(помещения) до облицовки.

а) По формуле (2.3) определяем эквивалентные площади звукопоглощения до облицовки, к примеру, на частоте 63 Гц коэффициент звукопоглощения стен $a_{ij} = 0,01$, площадь стены $S_i = 924,81 \text{ м}^2$;

Эквивалентная площадь звукопоглощения стены:

$$A_{ij} = 0,01 \cdot 924,81 = 9,24 \text{ м}^2$$

Запись в табл. удобно представить в виде дроби:
$$A_{ij} = \frac{a_{ij}}{a_{ij} \cdot S_i}$$

На частоте 63 Гц для стен записываем $\frac{0,01}{9,24}$. Результаты расчетов для стен,

потолка, пола, окон и дверей представлены соответственно в позициях 4,5,6,7 и 8 табл.2.8.

Пример расчета эффективности звукопоглощения

Таблица 2.8.

№	Показатель	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	Уровни звукового давления в помещении цеха L , дБ	93	87	87	84	78	74	72	70
2	Допустимые уровни звукового давления на постоянных рабочих местах в производственных помещениях $L_{доп}$, дБ	95	87	82	78	75	73	71	69
3	Превышение уровней звукового давления над допустимым Δ , дБ	-	-	5	6	3	1	1	1
До облицовки									
4	Стены $S_{ст}=924,81 \text{ м}^2$	0,01 9,24	0,02 18,5	0,02 18,5	0,02 18,5	0,03 27,7	0,04 36,9	0,04 36,9	0,04 36,9
5	Потолок $S_{пот}=6912 \text{ м}^2$	0,01 69,12	0,01 69,12	0,01 69,12	0,01 69,12	0,02 138,24	0,02 138,24	0,02 138,24	0,02 138,24
6	Пол $S_{пол}=6912 \text{ м}^2$	0,1 691,2	0,1 691,2	0,1 691,2	0,1 691,2	0,08 552,9	0,06 414,7	0,06 414,7	0,07 483,8
7	Окна $S_{ок}=795,52 \text{ м}^2$	0,35 278,4	0,35 278,4	0,29 230,7	0,2 159,1	0,14 111,4	0,1 79,6	0,06 47,7	0,04 31,8
8	Двери $S_{дв}=7,67 \text{ м}^2$	0,1 0,77	0,1 0,77	0,1 0,77	0,1 0,77	0,08 0,61	0,08 0,61	0,07 0,53	0,04 0,31
9	Суммарные эквивалентные площади звукопоглощения ограждающих конструкций до облицовки $A_{ij} = \sum a_{ij} \cdot S_i$, $A_1 = \sum a_{ij} \cdot S_i \text{ м}^2$	1048,8	1058	1010,3	938,7	830,9	670,02	638,1	691,1
После облицовки									
10	Стены $S_{ст}=924,81 \text{ м}^2$	0,1 92,4	0,4 369,9	0,85 786,1	0,98 906,3	1,0 924,8	0,93 860,1	0,97 897,1	1,0 924,8
11	Потолок $S_{пот}=6912 \text{ м}^2$	0,1 691,2	0,4 2794,8	0,85 5875,2	0,98 6773,8	1,0 6912	0,93 6428,2	0,97 6704,6	1,0 6912
12	Пол $S_{пол}=6912 \text{ м}^2$	0,1 691,2	0,1 691,2	0,1 691,2	0,1 691,2	0,08 552,9	0,06 414,7	0,06 414,7	0,07 483,8
13	Окна $S_{ок}=795,52 \text{ м}^2$	0,35 278,4	0,35 278,4	0,29 230,7	0,2 159,1	0,14 111,4	0,1 79,6	0,06 47,7	0,04 31,8
14	Двери $S_{дв}=7,67 \text{ м}^2$	0,1 0,77	0,1 0,77	0,1 0,77	0,1 0,77	0,08 0,61	0,08 0,61	0,07 0,53	0,04 0,31
15	Суммарные эквивалентные площади звукопоглощения ограждающих конструкций после облицовки $A_{ij} = \sum a_{ij} \cdot S_i$, м^2	1754,1	4105,1	7583,9	8531,1	8501,8	7783,1	8064,7	8352,8
16	Снижение шума ΔL , дБ	2	6	9	10	10	11	11	11
17	Ожидаемые уровни звукового давления в помещении цеха $L_{ожд}$, дБ	91	81	78	74	68	63	61	59

Таблица 2.9.

Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест (выписка из СН [8])

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБА, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. Творческая и научная деятельность, конструирование и проектирование, преподавание, врачебная деятельность: - рабочие места в помещениях дирекции, расчетчиков, лабораториях для теоретических работ, приема больных и т. п.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Высококвалифицированная работа, административно-управленческая деятельность: рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, конторах и т.д.	93	79	70	68	58	55	52	52	49	60
3. Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями, требующая слухового контроля, диспетчерская работа: помещения диспетчерских служб и дистанционного управления с речевой связью по телефону, машинописные бюро ит.д.	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4. Работа, требующая сосредоточенности, кабины дистанционного управления без речевой связи по телефону, лаборатории с шумным оборудованием и др.	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5. Все виды работ, кроме указанных в п.п. 1-4, на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятия.	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

б) на каждой среднегеометрической октавной частоте определяем суммарные эквивалентные площади звукопоглощения ограждающих конструкций до облицовки A_1 по формуле (2.4).

$$\text{На частоте 63 Гц } A_1 = A_{1cm} + A_{1nom} + A_{1пол} + A_{1ок} + A_{1дв} = 1048,8 \text{ м}^2$$

Результаты расчетов представлены в позиции 9 табл.2.8.

4. Определяем эквивалентные площади звукопоглощения ограждающих конструкций цеха(помещения) после облицовки.

а) По формуле (2.3) определяем эквивалентные площади звукопоглощения ограждающих конструкций помещения после облицовки, к примеру, на частоте 63 Гц коэффициент звукопоглощения облицованных стен:

$$A_{ij} = 0,1 \cdot 924,81 = 92,4 \text{ м}^2, \text{ площадь стены } S_i = 924,81 \text{ м}^2$$

Так как облицованы только стены и потолок, коэффициенты звукопоглощения окон, дверей, и пола после облицовки не изменились, поэтому остались неизменными эквивалентные площади звукопоглощения этих ограждающих конструкций. Результаты расчетов представлены в позициях 10,11,12,13,14 табл.2.8.

б) на каждой среднегеометрической октавной частоте определяем суммарные эквивалентные площади звукопоглощения после облицовки по формуле (2.4):

$$A_2 = A_{2cm} + A_{2nom} + A_{2пол} + A_{2ок} + A_{2дв} = 1754,1 \text{ м}^2$$

Результаты расчетов представлены в позиции 15 табл.2.8.

5. Определим снижение шума в помещении:

На каждой среднегеометрической октавной частоте определяем снижение шума в деревообрабатывающем цехе по формуле (2.5), к примеру, на частоте 63 Гц:

$$\Delta L = 10 \cdot \lg \left(\frac{1754,1}{1048,8} \right) = 2,2 \text{ дБ},$$

Результаты расчетов, округленные до целых значений, представлены в позиции 16 табл.2.8.

6. Определим ожидаемые уровни звукового давления в цехе (помещении) после облицовки по формуле (2.6). К примеру, на частоте 63 Гц:

$$L_{ожд} = 93 - 2 = 91 \text{ дБ},$$

Результаты расчетов представлены в позиции 17 табл.2.8.

2.4.4. Оценка результатов расчетов и выводы по работе

Полученные в результате расчетов ожидаемые уровни звукового давления в помещении деревообрабатывающего цеха следует сравнить:

- с требованиями СН [8];
- с фактическими уровнями звукового давления в помещении деревообрабатывающего цеха.

На основании сравнения сделать выводы и по результатам расчетов представить спектры шума на графике (пример на рис. 2.2).

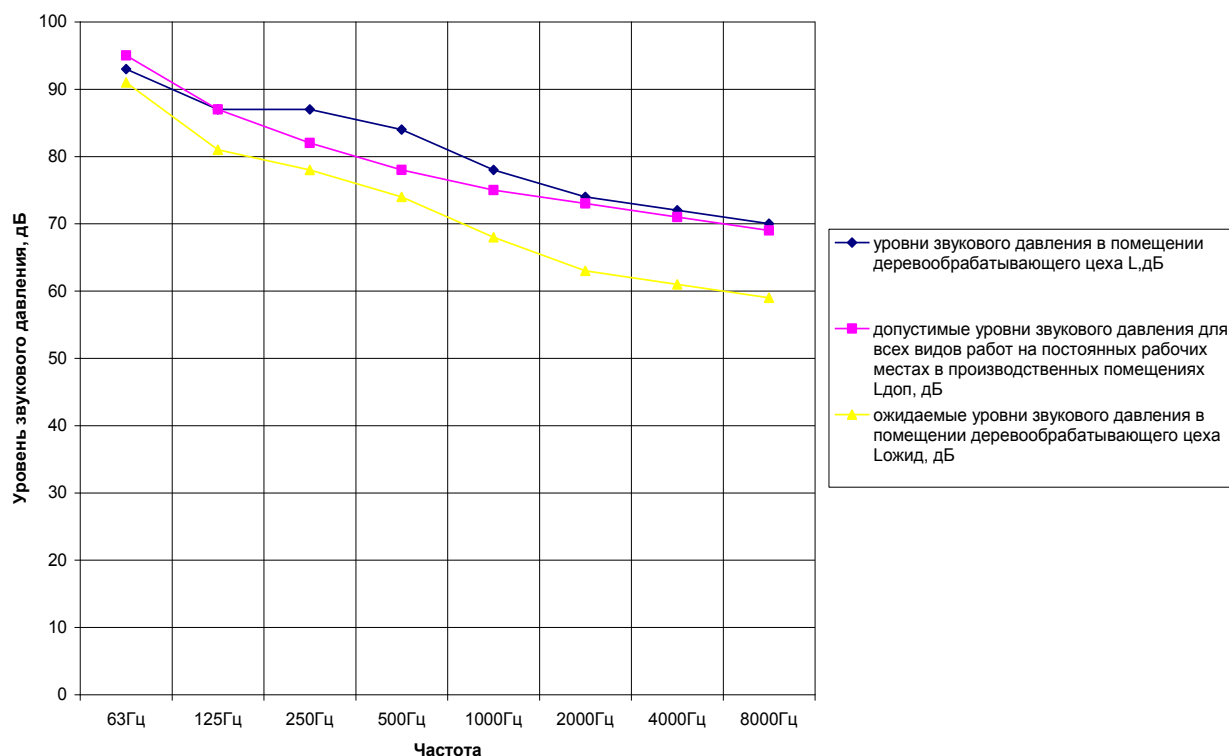


Рис. 2.2. Пример заполнения бланка спектр шума

2.5. Контрольные вопросы

1. Что называется звукопоглощением?
2. Принцип действия звукопоглощения.
3. Виды звукопоглощающих материалов.
4. Конструктивные решения звукопоглощающих материалов.
5. Нормативные требования к звукопоглощению.
6. Какими акустическими характеристиками и физико-механическими показателями характеризуются звукопоглощающие материалы?
7. Назовите основные параметры, определяющие звукопоглощение материалов.
8. От чего зависит эффективность звукопоглощения материалов?
9. По какой формуле рассчитывается снижение шума в помещении за счет звукопоглощения?
10. Какие нормативные документы характеризуют звукопоглощение?