

0147 0149

Министерство высшего и среднего
специального образования РСФСР

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЦЕЛЛЮЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ЛТИ ЦБП

Кафедра охраны труда

Полкина

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ,

Методические указания
и
контрольные задания по курсу
"Охрана труда" для студентов-
заочников специальностей 0306,
0558, 0639, 0904, 1720

Л е н и н г р а д
1966

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ

УДК 876.013.8/07.07/.

Подготовлены и рекомендованы к изданию кафедрой охраны труда Ленинградского технологического института целлюлозно-бумажной промышленности (протокол № 12 от 23.06.86 г.).

Утверждены к изданию методической комиссией по вечернему и заочному обучению ЛТИ ЦБП (протокол № I от 29 сентября 1986).

Составители: доц. О.И.Яковлева;
ст.преп. Б.В.Прохоров;
канд.техн.наук, доц. Н.Н.Гаврилова;
канд.техн.наук, доц. В.Г.Андреев

Рецензенты: кафедра биомедицинской кибернетики и охраны труда Северо-Западного политехнического института (зав. кафедрой д-р биол.наук, профессор Гуткин В.И.; ассистент, канд.техн.наук Толкачев С.В.); доцент кафедры оборудования пищевых производств, охраны труда и биосферы Ленинградского технологического института холодильной промышленности, канд. техн. наук Плаксин В.А.

Настоящие методические указания предназначены в помощь студентам-заочникам всех специальностей ЛТИ ЦБП при выполнении второй части контрольной работы по курсу "Охрана труда" - "Производственная санитария". Общие требования к выполнению контрольной работы, порядок выбора заданий и их тем изложены в Методических указаниях "Техника безопасности".

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Задание I. Расчет требуемого снижения шума

Уровень звукового давления L в дБ в расчетной точке на рабочем месте производственного помещения, в котором находится источник шума, выражается формулой

$$L = L_p + 10 \lg \left(\frac{x\Phi}{S} + \frac{4\Psi}{V} \right), \quad (1)$$

где L_p - октавный уровень звуковой мощности источника шума, дБ;
 x - коэффициент, учитывающий влияние ближнего акустического поля и принимаемый в зависимости от отношения расстояния r в м между акустическим центром источника и расчетной точкой к максимальным габаритным размерам l_{max} в м источника шума равным 1, если $r/l_{max} > 2$;

Φ - фактор направленности источника шума, безразмерный, определяемый по опытным данным. Для источников шума с равномерным излучением звука принимают $\Phi = 1$;

$S = 2\pi r^2$ - для источника шума, устанавливаемого на полу;
 Ψ - коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении, принимаемый для акустически необработанных помещений равным 1;

V - постоянная помещения в m^2 , определяемая по формуле

$$V = V_{1000} \cdot \mu, \quad (2)$$

где V_{1000} - постоянная помещения в m^2 на среднегеометрической частоте 1000 Гц, определяемая по табл. 1 в зависимости от объема V в m^3 и типа помещения;

μ - частотный множитель, определяемый по табл. 2.

При работе источника шума в помещении звуковые волны многократно отражаются от стен, потолка и различных предметов. Отражения обычно увеличивают шум в помещениях на 10-15 дБ по сравнению с шумом того же источника на открытом воздухе, в результате чего создается впечатление, что машина в помещении шумит больше, чем на открытом воздухе. Влияние прямого и отраженного звука от источника шума в производственном помещении на уровень звукового давления учтено в формуле (1).

Таблица 1

Постоянная помещения V_{1000} в m^2 на среднегеометрической частоте 1000 Гц в зависимости от объема и типа помещения

Тип помещения	Описание и назначение помещения	V_{1000}, m^2
1.	С небольшим количеством людей (металло-обрабатывающие цехи, генераторные, шитовые, электромеханические мастерские, вентиляционные помещения, залы буммашин)	$\frac{V}{20}$
2.	С жесткой мебелью и большим количеством людей или с небольшим количеством людей и мягкой мебелью (кабинеты, лаборатории, здравпункты, комнаты мастеров и начальников цехов, цехи вспомогательного оборудования)	$\frac{V}{10}$
3.	С большим количеством людей и мягкой мебелью (рабочие комнаты заводоуправлений, конструкторские и лабораторно-конструкторские залы, вычислительные центры и т.п.)	$\frac{V}{6}$
4.	Помещения со звукопоглощающей облицовкой потолка и части стен	$\frac{V}{1,5}$

Примечание. Постоянную помещения V_{1000} для помещений четвертого типа можно применять при определении V по формуле (2) только при расчете требуемой частотной характеристики изоляции воздушного шума ограждающей конструкции и акустическом расчете вентиляционных систем. Во всех других случаях постоянную помещения V в октавных полосах следует определять с учетом звукопоглощения отдельных элементов ограждения.

Таблица 2

Частотный множитель μ

Объем помещения, V, m^3	μ при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$V < 200,0$	0,8	0,75	0,7	0,8	1	1,4	1,8	2,5
$V = 200 \pm 1000$	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
$V > 1000$	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6

Расчеты производятся для каждой из восьми октавных полос. Найденные величины уровней сравниваются с допустимыми по нормам $L_{доп}$ и определяется требуемое снижение шума в дБ

$$\Delta L_{тр} = L_i - L_{доп}, \quad (3)$$

Пример.

В помещении приводов бумагоделательной машины размерами 72x12x6 м, отделенного от основного зала перегородкой, установлено 16 двигателей типа "Беллойт" с заданной звуковой мощностью L_p . Рассчитать уровень звукового давления, создаваемого этими двигателями в производственном помещении. Принимаем, что помещение акустически не обработано: пол, стены и потолок бетонные.

Порядок расчета приведен ниже. В первой строке табл. 3 заданы уровни акустической мощности двигателя "Беллойт".

Вычисляем уровни давления, создаваемые в производственном помещении двигателем "Беллойт" по формуле (1). Рабочее место оператора находится на расстоянии 4 м от двигателей.

Результаты расчетов приведены в табл. 3. Уровни звуковой мощности двигателя "Беллойт" занесены в строку I. Постоянную помещения V_{1000} принимаем равной $V/20$ для залов буммашин и записываем в строке 2. Постоянная помещения V_i приведена в 3-й строке. Величина

$$S = 2\pi r^2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 4^2 = 105 \text{ м}^2.$$

Рассчитываем слагаемое $10 \lg \left(\frac{\alpha \Phi_i}{S} + \frac{4\psi}{V_i} \right)$, которое

учитывает акустическую характеристику помещения и записываем результат в строке 5 табл.3.

Находим уровень звукового давления, создаваемого двигателем "Беллойт" в производственном помещении путем сложения строк I и 5 и записываем полученные величины в строке 6.

Нормативные уровни звукового давления для постоянных рабочих мест записаны в 7-й строке. Требуемое снижение шума $\Delta L_{\text{тр}}$ находим по формуле (3) и записываем в строку 8.

В заключение выполнения задания необходимо сделать вывод об условиях работы в цехе и если потребуется разработать мероприятия по созданию нормально допустимого уровня шума на рабочем месте.

Таблица 3

Расчет требуемого снижения уровня звукового давления в производственном помещении

№ п/п	Расчетные величины	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	6000
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I.	Уровень звуковой мощности источника L_p	103	104	106	106	103	98	98	94

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.	Постоянная помещения V_{1000}					260			
3.	Постоянная помещения V_L	130	130	143	182	260	416	780	1560
4.	Слагаемое $(\frac{x\Phi_i}{S} + \frac{4\psi}{V_i})$	0,0407	0,0407	0,0379	0,0319	0,0253	0,0196	0,0151	0,0125
5.	Слагаемое $10\lg(\frac{x\Phi_i}{S} + \frac{4\psi}{V_i})$	-14	-14	-14	-15	-16	-17	-18	-19
6.	Уровень звукового давления L_i	89	90	92	91	87	81	80	75
7.	Допустимый уровень звукового давления $L_{доп}$	99	92	86	83	80	78	76	74
8.	Требуемое снижение шума $\Delta L_{пр}$	-	-	6	8	7	3	4	1

Таблица 4

Варианты задания для расчета уровня звукового давления в производственном помещении по заданной акустической мощности оборудования

№ варианта	Наименование цеха или помещения	Наименование оборудования, количество	Размеры цеха, м			Уровни звукового давления шума оборудования, дБ, при среднегеометрической частоте октавных полос, Гц							
			длина	ширина	высота	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Помещение рубительных машин и сортировок щепы	Рубительная машина "Тампелла", 6 шт.	30	25	9	116	116	116	119	118	116	110	103
2	Там же	Рубительная машина АЗ-01, 8 шт.	30	25	9	119	118	116	118	117	118	112	106
3	Там же	Вибрационная сортировка, 11 шт.	30	18	10	112	109	106	107	105	105	104	101

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4.	Дефибрерный цех	Мотор-генератор дефибрера, 6 шт.	40	17	6	97	98	96	97	95	92	86	82
5.	Помещение ДМЗ	Насосы центрифуги, 20 шт.	24	18	10	104	105	104	105	105	103	92	87
6.	Там же	Мельница коническая, 10 шт.	30	15	12	96	94	114	111	110	104	91	84
7.	Там же	Мельница дисковая МД-31 10 шт.	24	15	10	102	101	104	105	107	97	81	80
8.	Помещение вакуум-насосов БДМ	Вакуум-насос фирмы "НЭШ", 10 шт.	12	16	4	120	120	125	114	111	107	101	101
9.	Там же	Вакуум-насос ВВН-150, 8 шт.	12	16	10	112	114	115	113	108	101	97	95
0.	Помещение привода БДМ	Привод фирмы "Сумлинс", 6 шт.	12	12	6	107	103	106	104	102	98	95	89

Задание 2. Расчет звукопоглощающей облицовки производственного помещения

Уровень шума в обычных производственных помещениях целлюлозно-бумажной промышленности за счет отраженного шума превышает уровень прямого шума от источника на расстоянии 10 м и более от него на 10 дБ и выше. Следовательно, снизить шум в производственных помещениях можно уменьшением доли отраженных звуковых волн, что достигается акустической обработкой помещений.

Акустическая обработка помещения заключается в облицовке внутренних поверхностей ограждений помещения звукопоглощающим материалом или специальными звукопоглощающими конструкциями, а также в установке в помещении штучных поглотителей. Необходимость и целесообразность акустической обработки помещения, как правило, выявляют на основании предварительного акустического расчета или натурных замеров.

Выбор конструкции звукопоглощающей облицовки зависит от частотных характеристик шума в помещении и звукопоглощающих свойств конструкции, при этом максимум в спектре шума должен соответствовать максимум коэффициента звукопоглощения на этих же частотах. Чем ближе величина коэффициента звукопоглощения к единице, тем лучше звукопоглощающее свойство конструкции. Данные коэффициентов поглощения некото-

рых материалов приведены в табл. 5.

В нормах ГОСТ 12.1.003-82 приведены основные рекомендации по применению звукопоглощающих облицовок помещений предприятий.

Чтобы определить эффективность акустической обработки, необходимо знать геометрические размеры помещения.

Средний коэффициент звукопоглощения необработанного помещения

$\alpha_{\text{необр}}$ определяется по формуле

$$\alpha_{\text{необр}} = \frac{V}{V + S} \quad (4)$$

где V - постоянная помещения, м^3 ;

S - площадь ограждающих поверхностей помещения, м^2 .

$$V = V_{1000} \cdot \mu \quad (5)$$

Значение V_{1000} определяется по табл. I на среднегеометрической частоте 1000 Гц в зависимости от объема и типа помещения и по табл. 2 рассчитывается V для остальных среднегеометрических частот.

Рекомендуется акустическую обработку помещения производить, если величина коэффициента звукопоглощения на частоте 1000 Гц акустически не обработанного помещения не превышает 0,25.

Зная средний коэффициент звукопоглощения акустически не обработанного помещения и коэффициент поглощения звукопоглощающей конструкции, можно определить коэффициент поглощения помещения при наличии акустической обработки α :

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot S_i}{S} \quad (6)$$

где α_i - $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ - коэффициенты поглощения отдельных участков ограждающих поверхностей помещения;

S_i - S_1, S_2, \dots, S_n - площади участков ограждающих поверхностей помещений, м^2 ;

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

При акустической обработке только потолка помещения размерами a, b, h коэффициент поглощения определяется по формуле

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{\alpha_{\text{обл}} \times S_{\text{обл}} + \alpha_{\text{необр}} (S - S_{\text{обл}})}{S} = \\ &= \frac{\alpha_{\text{обл}} (a \times b) + \alpha_{\text{необр}} (a \times b + 2b \times h + 2a \times h)}{2[(a \times b) + (b \times h) + (a \times h)]} \quad (7) \end{aligned}$$

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ

где $S_{\text{обл}} = a \times b$ - облицованная площадь, м²;
 $\alpha_{\text{обл}}$ - коэффициент поглощения звукопоглощающей конструкции;
 $\alpha_{\text{необр}}$ - коэффициент поглощения акустически не обработанного помещения.

Таблица 5
 Коэффициенты звукопоглощения акустических материалов и конструкций

Материал	Воздушный зазор, мм	Коэффициенты звукопоглощения на среднегеометрических частотах октавных полос, $\alpha_{\text{обл}}$							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Минераловатные плиты жесткие "Акмигран"	0	0,05	0,11	0,3	0,65	0,9	0,78	0,72	0,75
	50	0,07	0,20	0,81	0,81	0,81	0,71	0,79	0,80
	100	0,08	0,36	0,77	0,88	0,78	0,77	0,62	0,65
	200	0,10	0,46	0,71	0,7	0,79	0,77	0,62	0,65
Минераловатные плиты полужесткие ПА/О (окрашенные и перфорированные)	0	0,01	0,03	0,17	0,68	0,98	0,86	0,45	0,50
	50	0,03	0,05	0,42	0,98	0,9	0,79	0,45	0,52
	200	0,08	0,20	0,98	0,89	0,8	0,45	0,55	0,8
Акминит	0	0,06	0,08	0,27	0,83	0,83	0,78	0,80	0,80
	50	0,10	0,24	0,7	0,82	0,75	0,8	0,75	0,78
	20	0,12	0,51	0,69	0,64	0,77	0,87	0,78	0,80
Асбестоцементные перфорированные плиты с минераловатной плитой ППМ-80 с супертонким стекловолокном и стеклотканью Э-01	0	0,08	0,23	0,75	I	0,91	0,82	0,6	0,5
	0	0,20	0,3	0,63	0,86	0,72	0,54	0,45	0,4
	250	0,30	0,98	I	I	I	I	I	0,9

Акустический эффект от применения облицовочных конструкций $\Delta L_{\text{обл}}$ определяется по формуле

$$\Delta L_{\text{обл}} \approx 10 \lg \frac{\alpha}{\alpha_{\text{необр}}}, \text{ дБ.} \quad (8)$$

Уровень шума в отраженной зоне при наличии акустической обработки $L_{\text{обл}}$ находится из выражения

$$L_{\text{обл}} = L - \Delta L_{\text{обл}}, \text{ дБ.} \quad (9)$$

где L - уровень шума до применения акустической обработки помещения, дБ.

Результаты расчета необходимо поместить в таблицу 6 (см. пример).

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ

и сделать вывод об эффективности примененного звукопоглощающего материала или конструкции.

Пример.

Для помещения приводов бумагоделательных машин размерами $72 \times 12 \times 6 \text{ м}^3$ нужно подобрать звукопоглощающую конструкцию и рассчитать акустический эффект от ее применения. Уровни звукового давления в отраженной зоне в октавных полосах частот приведены в строке I табл. 6.

По табл. I для объема помещения $72 \times 12 \times 6 = 5184 \text{ м}^3$ находим величину V_{1000} и затем по табл. 2 определяем для каждой октавной полосы частот значения постоянной помещения V_2 . Эти величины приведены в четвертой строке табл. 6. Затем по формуле (4) рассчитываем значения коэффициента звукопоглощения акустически не обработанного помещения $\alpha_{\text{необр}}$ и записываем в шестой строке табл. 6.

В нашем примере величина $\alpha_{\text{необр}} = 0,086$ для октавной полосы 1000 Гц, следовательно, целесообразно производить акустическую обработку. В помещении, вытянутом по форме, при относительно небольшой высоте его наиболее эффективное снижение достигается в результате облицовки потолка звукопоглощающим материалом.

Выбираем для облицовки асбестоцементные плиты с супертопким волокном и стеклотканью Э-0,1, располагая их на отnose 250 мм. Из табл. 6 видно, что облицовка потолка позволит снизить уровни звукового давления, однако достигнутый эффект невелик. Поэтому требуемое снижение шума $\Delta L_{\text{тр}}$ (строка 15) может быть обеспечено проведением дополнительных мероприятий по шумоглушению, которые студент-заочник должен предложить. Иногда приходится выбрать более эффективную конструкцию акустической обработки и сделать расчет заново.

Таблица 6
Расчет звукопоглощающей облицовки в приведенном примере

№ п/п	Расчетные величины	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Уровень звукового давления в акустически необработанном помещении, дБ L_0	81	92	99	103	100	95	93	85
2	Постоянная помещения, равная $V_{1000} = V/20, \text{ м}^2$					259			
3	Частотный множитель μ	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Постоянная помещения $V_L, \text{ м}^2$	130	130	143	181	259	414	777	1554
5	Площадь ограждающих поверхностей помещений, $S = 2[(a \cdot b) + (b \cdot h) + (a \cdot h)], \text{ м}^2$								
		$S = 2((172 \times 12) + (12 \times 6) + (172 \times 6)) = 2736$							
6	Средний коэффициент звукопоглощения акустически необработанного помещения, $\alpha_{\text{необр}}$	0,045	0,043	0,050	0,062	0,086	0,13	0,22	0,36
7	Коэффициент поглощения звукопоглощающей конструкции, $\alpha_{\text{обл}}$	0,30	0,91	1	1	1	1	1	0,9
8	Поглощение потолка $(\alpha_{\text{обл}} \times S_{\text{обл}}), \text{ м}^2$	259	786	864	864	864	864	864	776
9	Поглощение пола и стен равно $[d_{\text{необр}}(a \cdot b + 2b \cdot h + 2a \cdot h)]$	84	80	94	116	161	243	412	674
10	Поглощение поверхностей (сумма строк 8 и 9) м^2	343	866	958	980	1025	1107	1276	1452
11	Коэффициент поглощения	0,18	0,46	0,51	0,52	0,55	0,59	0,68	0,78
12	Акустический эффект от применения облицовочных конструкций $\Delta L_{\text{обл}}, \text{ дБ}$	6	10	10	9	8	7	5	3
13	Новый уровень шума в отраженной зоне, дБ (разность строк I и I2)	75	82	89	94	92	88	88	82
14	Нормативный уровень звукового давления, $L_{\text{доп}}, \text{ дБ}$	99	92	86	83	80	78	76	74

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15.	Требуемое снижение шума $\Delta L_{тр}$, дБ (разница строк 13 и 14)	-	-	3	II	12	10	12	8

Таблица 7

Варианты задания для расчета звукопоглощающей облицовки в производственном помещении

№ варианта	Наименование цеха или помещения	Наименование оборудования на рабочем месте	Размеры цеха, м			Уровни звукового давления, дБ, на рабочих местах в акустически не-обработанном помещении при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
			длина	ширина	высота	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1.	Древесно-подготовительный цех	Слешерная установка	15	12	9	95	98	96	98	99	102	98	94
2.	Там же	Окорочные барабаны	15	12	9	95	99	98	93	86	80	75	68
3.	Там же	Рубительная машина	15	12	9	115	112	105	108	110	108	105	97
4.	Древесно-массный завод	Дефибреры	40	17	6	85	85	83	84	83	77	70	63
5.	Там же	Центриклинеры	24	18	10	90	88	87	86	82	77	70	65
6.	Там же	Мельница молотковая	24	18	10	92	106	95	88	84	77	70	66
7.	Варочный цех	Загрузка варочного котла	18	14	6	86	86	89	92	90	88	87	89
8.	Помещение бумагодельных машин	Зал буммашин, у секционной части	72	66	15	88	86	88	89	90	86	85	82
9.	Там же	Вакуум-насосы	52	60	10	107	107	111	99	96	93	92	92
0.	Там же	Помещение привода буммашины	72	12	6	81	92	99	103	100	95	93	89

Задание 3. Расчет звукоизолирующего кожуха

Эффективное снижение уровня шума достигается путем установки звукоизолирующих преград в виде стен, перегородок, кожухов, кабин и т.д.

Звукоизолирующая конструкция служит для того, чтобы не пропускать звук из шумного помещения в более тихое, изолируемое помещение. Основным эффектом снижения шума обусловлен отражением звука от конструкции. Для звукоизолирующих конструкций используют твердые и массивные материалы. Звукоизолирующая способность материалов, которые могут быть применены для изготовления изолирующих стен, перегородок, кабин, кожухов приведена в табл. 8.

Звукоизолирующие конструкции ослабляют шум в соседних помещениях на 30-50 дБ, в то время как установка в помещении одних звукопоглотителей, даже с высокими звукопоглощающими свойствами, дает снижение шума всего на 6-8 дБ.

Для расчета звукоизолирующего кожуха на источник шума необходимо знать акустическую характеристику и геометрические размеры источника.

Снижение шума $\Delta L_{\text{кож}}$ в дБ для каждой октавной полосы частот, которое может быть достигнуто за счет установки кожуха, находится по формуле

$$\Delta L_{\text{кож}} = R - 10 \lg \frac{S_{\text{кож}}}{S_{\text{ист}}}, \quad (10)$$

где R - звукоизолирующая способность стенок кожуха, дБ, принимается из табл. 8 для каждой октавной полосы частот, дБ;

$S_{\text{кож}}$ - площадь поверхности кожуха, м²;

$S_{\text{ист}}$ - площадь поверхности источника шума, м².

Затем для каждой октавной полосы частот сравнивается величина $\Delta L_{\text{кож}}$ с требуемым снижением уровня шума $\Delta L_{\text{тр}}$. Очевидно, необходимо, чтобы соблюдалось условие $\Delta L_{\text{кож}} \geq \Delta L_{\text{тр}}$.

Уровень шума при наличии кожуха L_k находится по формуле

$$L_k = L - \Delta L_{\text{кож}}, \quad \text{дБ}, \quad (11)$$

где L - уровень акустической мощности источника шума, дБ.

Таблица 8

Звукоизолирующая способность стен и перегородок акустических конструкций (дБ)

№ п/п	Материал конструкции	Толщина	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	Кирпичная кладка	I кирпич	36	41	44	51	58	64	65	55

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2.	Кирпичная кладка	2 кирпича	45	45	52	59	65	70	70	70
3.	Виброкирпичная панель	160 мм	20	34	40	42	48	53	53	55
4.	Железобетонная плита	50 мм	28	34	35	35	41	48	55	55
5.	Железобетонная плита	100 мм	34	40	40	44	50	55	60	70
6.	Железобетонная плита	400 мм	45	48	55	61	68	70	70	70
7.	Железобетонная плита	800 мм	48	55	61	68	70	70	70	70
8.	Гипсобетонная плита	80 мм	20	28	33	37	39	44	44	42
9.	Шлакобетонная панель	250 мм	20	30	45	52	59	64	64	62
10.	Древесно-стружечная плита	20 мм	20	23	26	26	26	26	26	33
11.	Фанера	1 мм	7	11	14	19	23	26	27	26
12.	Фанера	5 мм	9	13	17	21	25	28	26	29
13.	Фанера	10 мм	13	17	21	25	28	25	29	33
14.	Стекло	7 мм	-	22	22	29	34	28	39	-
15.	Стеклопластик	3 мм	9	13	17	21	25	29	31	32
16.	Стеклопластик	5 мм	12	16	20	24	28	31	31	34
17.	Стеклопластик	10 мм	17	21	25	28	31	31	34	38
18.	Сталь	1 мм	19	17	21	25	28	32	36	35
19.	Сталь	3 мм	19	23	27	31	35	37	36	38
20.	Сталь	5 мм	22	26	30	34	37	32	36	42
21.	Сталь	10 мм	26	30	33	36	32	36	42	46
22.	Стальной лист с покрытием из минеральных плит толщиной 70 мм	1,5 мм	15	20	26	35	39	40	46	48
23.	Дюралюминиевый лист с покрытием из минераловатных плит толщиной 80 мм	2 мм	20	15	20	28	36	43	50	53
24.	Двойной остекленный витраж со стеклами толщиной 7 мм, воздушным промежутком, мм:									
	100	114	-	29	37	41	50	45	54	
25.	200	214	-	32	39	43	48	46	60	
26.	400	414	-	38	42	45	51	48	58	
27.	650	664	-	38	42	46	50	50	59	
28.	Глухая щитовая дверь толщиной 40 мм, облицованная с обеих сторон фанерой толщиной 4 мм без уплотняющих прокладок	48	-	22	22	23	24	24	24	23

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II
29.	С уплотняющими прокладками	48	-	27	27	32	32	35	34	35

Рассчитав L_k по формуле (II) необходимо произвести анализ полученных данных, сделать выводы и, если потребуется, сделать перерасчет, выбрав другую звукоизолирующую конструкцию.

Пример.

В помещении древесно-массного завода, где установлены насосы центрифуг, уровень звукового давления шума выше нормативного (см. первую и вторую строки табл. 9). Подобрать конструкцию звукоизолирующего кожуха для насоса.

Найдем требуемое снижение шума $\Delta L_{тр}$, вычитая из заданных уровней звукового давления шума насоса нормативные величины, представленные во второй строке табл. 9. Величины $\Delta L_{тр}$ для соответствующих частот записаны в третьей строке.

Выбираем для кожуха сталь толщиной 1 мм. По технологическим соображениям принимаем $S_{кож} \approx 2S_{ист}$.

Для каждой октавной полосы рассчитываем снижение уровня шума за счет установки кожуха по формуле (10). Соответствующие величины $\Delta L_{кож}$ приведены в пятой строке табл. 9.

Разность между уровнем звукового давления шума насоса (L) и уровнем снижения шума за счет кожуха $\Delta L_{кож}$ показывает, до какой величины снизился шум в помещении насосов за счет установки кожуха (L_k). Сравниваем величины, приведенные в строке 6 и 2.

Во всем диапазоне частот величина снижения шума L_k ниже нормативного уровня звукового давления, поэтому конструкция звукоизолирующего кожуха выбрана нами правильно.

Таблица 9

Расчет звукоизолирующего кожуха в примере

№ п/п	Расчетные величины	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Уровень звукового давления шума в помещении насосов, L_i , дБ	105	105	104	105	105	103	92	87
2.	Нормативный уровень звукового давления для помещения насосов, $L_{гол}$, дБ	99	92	86	83	80	78	76	74

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Требуемое снижение шума $\Delta L_{\text{тр}}$, дБ	6	13	18	22	25	25	16	13
4	Звукоизолирующая способность стального листа толщиной 1 мм R , дБ табл. 8	19	17	21	25	28	32	36	35
5	Снижение шума за счет кожуха $\Delta L_{\text{кож}}$, дБ	16	14	18	22	25	29	33	32
6	Уровень шума в помещении при наличии кожуха L_k , дБ	89	91	86	83	80	74	59	55

Таблица 10

Варианты задания для расчета звукоизолирующего кожуха оборудования

№ варианта	Наименование оборудования	Уровни звукового давления шума, создаваемого оборудованием, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	Насосы центриклинеров	104	105	104	105	105	103	92	87
2	Вакуум-насосы бумагоделательной машины	120	120	125	114	111	107	101 [±]	101
3	Двигатели привода бумагоделательной машины	107	103	106	104	102	98	95	89
4	Приточный вентилятор	92	91	94	95	94	84	78	72
5	Вытяжной вентилятор	84	85	83	83	81	74	67	63
6	Размалывающая мельница	94	98	105	90	96	85	88	86
7	Двигатель дефибрера	84	85	87	89	90	95	98	77
8	Загрузочная воронка рубительной машины	105	112	105	108	110	108	105	97
9	Кожух рубительной машины	99	101	103	107	100	98	95	92
0	Транспортер подачи баланса	88	91	93	95	97	98	93	90

У Задание 4. Расчет звукоизолированной кабины

Одним из наиболее эффективных вариантов борьбы с шумом является изоляция работающих от источника шума. Это возможно в тех случаях, когда пульты управления могут быть удалены от оборудования и заключены в звукоизолирующую кабину со смотровым стеклом, с пультом управления и средствами автоматики.

В ЦБП на ряде комбинатов как локальное средство защиты от шума устанавливают звукоизолированные кабины у прессовой части бумагоделательных машин, у слешеров, у пультов управления мельницами в размольном цехе и т.д. Требуемую звукоизолирующую способность кабины определяют по формуле

$$R_{\text{пр каб}} = L + 10 \lg \frac{S}{B_k} - L_{\text{гол}} = \Delta L_{\text{пр}} + 10 \lg \frac{S}{B_k}; \quad (12)$$

где L -уровни шума в расчетной точке до установки кабины, дБ;
 S -площадь ограждений, через которые шум проникает из шумного помещения (суммарная площадь ограждающих поверхностей кабины, за исключением пола), m^2 ;

$$S = a \times b + 2b \times h + 2a \times h, \quad (13)$$

где a -длина кабины, м;

b -ширина кабины, м;

h -высота кабины, м;

B_k -постоянная помещения кабины, определяется по табл. I и 2;

$L_{\text{доп}}$ -допустимые значения уровней звукового давления в кабине в соответствии с требованием ГОСТ 12.1.003-82,

Реальную конструкцию ограждения кабины выбирают таким образом, чтобы ее звукоизолирующая способность $R_{\text{каб}}$ в каждой октавной полосе была выше требуемой, т.е.

$$R_{\text{каб}} > R_{\text{тр каб}}$$

Уровень шума в кабине определяется из выражения

$$L_{\text{каб}} = L - R_{\text{каб}}, \quad (14)$$

где L -уровень шума в расчетной точке до установки кабины, дБ;

R -звукоизолирующая способность конструкции кабины, дБ;

Пример.

Подобрать конструкцию звукоизолирующей кабины наблюдения и дистанционного управления в производственном помещении, обеспечивающую внутри нее выполнение нормативных требований ГОСТ 12.1.003-82. Уровни шума в производственном помещении в октавных полосах частот приведены в первой строке табл. II. Размеры кабины принимаем 5,2х3х2,5 м.

Для заданного объема кабины по табл. I и 2 находим значения постоянной помещения в каждой октавной полосе частот и записываем во второй строке табл. II. По формуле (12) рассчитываем требуемую звукоизолирующую способность кабины (7-я строка табл. II). Из табл. 8 выбираем строительный материал для кабины (8-я строка табл. II). Сравнение строк 7 и 8 табл. II показывает выполнение нормативных требований $R_{\text{каб}} > R_{\text{тр каб}}$. После чего считаем уровень шума в кабине и делаем вывод.

Таблица II

Расчет звукоизолированной кабины в примере

№	Расчетные величины	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	Уровень звукового давления шума производственного помещения L_i , дБ	83	84	93	95	89	89	79	68
2	Постоянная помещения кабины V_i , м ³	3,1	2,9	2,7	3,1	3,9	5,5	7,0	9,8
3	Суммарная площадь ограждающих поверхностей кабины, за исключением пола S , м	$S = 5,2 \times 3 + 2 \times 3 \times 2,5 + 2 \times 5,2 \times 2,5 = 56,6$							
4	Нормативный уровень звукового давления шума в звукоизолирующей кабине $L_{доп}$, дБ	83	74	68	63	60	57	55	54
5	Величина S/V_k	18,3	19,5	21,0	18,3	14,5	10,3	8,1	5,8
6	Величина $10 \lg S/V_k$	12,6	12,9	13,2	12,6	11,6	10,1	9,1	7,6
7	Требуемая звукоизолирующая способность кабины $R_{тр каб}$, дБ	12,6	22,9	38,2	44,6	46,6	42,1	33,1	21,6
8	Звукоизолирующая способность кирпичной стены толщиной в один кирпич $R_{каб}$, дБ	36	41	44	51	58	64	65	58
9	Уровень шума в кабине, $L_{каб}$, дБ	47	43	49	44	37	25	14	10

Таблица I2

Варианты задания для расчета звукоизолированной кабины оператора, работающего в цехе с шумным оборудованием

№ варианта	Наименование цеха	Размеры кабины оператора, м			Уровни звукового давления на рабочем месте, дБ при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		длина a	ширина b	высота h	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Прессовая часть бумагоделательной машины	5,5	3,0	2,3	92	93	93	92	92	91	85	82
2	Слешеры древесно-подготовительного цеха	4,5	3,0	2,3	95	98	96	98	99	102	98	94

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Продолжение табл. 12

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	Пульт управления мельницами древесно-массного завода	5,0	3,0	2,3	92	106	95	88	84	77	70	66
4	Рубительные машины древесно-подготовительного цеха	4,5	3,0	2,3	106	104	108	108	105	101	99	89
5	Выпаривание черного щелока	5,0	3,2	2,5	90	87	91	95	98	92	87	84
6	Варочный цех, периодический процесс. Загрузка щепы.	5,0	3,0	2,5	95	97	92	100	103	99	90	85
7	Массоподготовительный цех	4,5	3,0	2,3	87	91	95	98	101	107	105	93
8	Варочный цех, непрерывный процесс	10,0	5,0	2,5	88	89	93	97	99	105	103	94
9	Древесно-подготовительный цех, сортировка щепы	4,5	3,0	2,3	94	97	101	105	100	99	98	97
0	Зал бумагоделательных машин. В центре помещения	5,0	3,0	2,5	93	95	97	99	111	105	101	90

Задание 5. Расчет естественного освещения.

Для расчета естественной освещенности определяют необходимую площадь светопроемов (окон) в процентах от площади пола при известном значении коэффициента естественной освещенности (КЕО), по формулам;

а) при боковом освещении помещений:

$$100 \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_n \cdot k_3 \cdot \tau_2}{\tau_0 \cdot \tau_1} K_{зд} ; \quad (15)$$

б) при верхнем освещении:

$$100 \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_n \cdot k_3 \cdot \tau_{\phi}}{\tau_0 \cdot \tau_2 \cdot k_{\phi}} ; \quad (16)$$

где S_0 - площадь световых проемов (в свету) при боковом освещении;

S_n - площадь пола помещения;

e_n - нормированное значение КЕО (табл.13);

- K_3 - коэффициент запаса, принимаемый по табл. 14;
 τ_0 - световая характеристика окон, определяемая по табл. 15;
 $K_{ад}$ - коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями, определяют по табл. 16;
 τ_0 - общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 \quad (17)$$

- где τ_1 - коэффициент светопропускания материала, определяемый по табл. 17;
 τ_2 - коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема, определяемый по табл. 5;
 τ_3 - коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, определяемый по табл. 17 (при боковом освещении $\tau_3 = 1$);
 τ_4 - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, определяемый по табл. 18;
 τ_5 - коэффициент, учитывающий потери в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями, принимаемый равным 0,9;
 τ_1 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию, определяемый по табл. 19;
 S_{ϕ} - площадь световых проемов (в свету) при верхнем освещении;
 τ_{ϕ} - световая характеристика фонаря или светового проема в плоскости покрытия, определяемая по табл. 20 и 21;
 τ_2 - коэффициент, $\tau_2 = 1,1$ в среднем;
 K_{ϕ} - коэффициент, учитывающий тип фонаря, определяемый по табл. 22.

Варианты задания для расчета естественной освещенности приведены в табл. 23.

Значения КЕО

Таблица 13

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения	Разряд зрительной работы	Естественное освещение		
			КЕО		
			при верхнем или боковом освещении	при боковом освещении в зоне устойчивым снежным покровом	на остальной территории СССР
I	2	3	4	5	6
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	10	2,6	3,5

I	2	3	4	5	6
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,3	II	7,0	2,0	2,5
Высокой точности	Свыше 0,3 до 0,5	III	5,0	1,6	2,0
Средней точности	Свыше 0,5 до 1	IV	4,0	1,2	1,5
Малой точности	Свыше 1 до 5	V	3,0	0,8	1,0
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI	2,0	0,4	0,5
Работа с изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII	3,0	0,8	1,0
Общее наблюдение за ходом производственного процесса		VIII	1,0	0,2	0,3

Таблица 14

Значения коэффициента запаса

№ п/п	Помещения и территории	Примеры помещений	Коэффициент запаса K при естественном освещении и расположении светопропускающего материала		
			вертикально	наклонно	горизонтально
1	2	3	4	5	6
I	Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне: а) свыше 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	Агломерационные фабрики, известерегенерационное производство, цементные заводы	1,5	2,7	2,0

1	2	3	4	5	6
б	от 1 до 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	Цехи кузнечные, литейные, мартеновские, сварочные	1,4	1,5	1,8
в	менее 1 мг/м ³ пыли дыма, копоти	Цехи инструментальные, сборочные, механические	1,3	1,4	1,5
г	значительные концентрации паров, кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влагой образовывать слабые растворы кислот, щелочей	Цехи предприятий по выработке кислот, щелочей, едких химических реактивов, ядохимикатов, удобрений	1,5	1,7	2,0
2.	Помещения общественных и жилых зданий	Кабинеты и рабочие помещения общественных зданий, жилые комнаты, учебные помещения, лаборатории, читальные залы	1,2	1,4	1,5

Таблица 15

Значения световой характеристики L_0 окон при боковом освещении

№ п/п	Отношение длины помещения $l_{пк}$ его глубине $h_в$	Значение световой характеристики L_0 при отношении глубины помещения B к его высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна h_1							
		1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
1	4 и более	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
2	3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
3	2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
4	1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
5	1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
6	0,5	16	23	31	37	45	54	66	-

Таблица 16

Значения коэффициента $K_{эд}$, учитывающего затенение окон противостоящими зданиями в зависимости от отношения расстояния между рассматриваемым и противостоящим зданием P к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого окна $H_{эд}$

Номер п/п	$P/H_{эд}$	$K_{эд}$
1	0,5	1,7
2	1	1,4
3	1,5	1,2
4	2	1,1
5	3	1
6	более 3	1

Таблица 17

Значения коэффициентов ϵ_1, ϵ_2 и ϵ_3

Вид светопропускающего материала	Значения ϵ_1	Вид переплета	Значения ϵ_2	Несущие конструкции покрытия	Значения ϵ_3
1	2	3	4	5	6
Стекло оконное листовое:		Переплеты для окон и фонарей промышленных зданий:		Стальные фермы Железобетонные и деревянные фермы и арки. Балки и рамы сплошные при высоте сечения: 50 см и более менее 50 см	0,9 0,8
одинарное	0,9	а) деревянные:			
двойное	0,8	одинарные	0,75		
тройное	0,75	спаренные	0,7		
Стекло витринное толщиной	0,8	двойные раздельные	0,6		0,8
Стекло листовое армированное	0,6	б) стальные:			0,8
Стекло листовое узрчатое	0,65	одинарные открывающиеся	0,75		0,9
Стекло листовое со специальными свойствами:		одинарные глухие	0,9		
солнцезащитное	0,65	двойные открывающиеся	0,6		
контрастное	0,75	двойные глухие	0,8		
Органическое стекло:		Переплеты для окон жилых общественных и вспомогательных зданий:			
прозрачное	0,9	а) деревянные			
молочное	0,6	одинарные	0,8		
Пустотелые стеклянные блоки:		спаренные	0,75		
светорассеивающие	0,5	двойные раздельные	0,65		
светопрозрачные	0,55	с тройным остеклением	0,5		
Стеклопакеты	0,8				

Продолжение табл. 17

1	2	3	4	5	6
		б) металлические: одинарные спаренные двойные раз- дельные с тройным ос- теклением	0,9 0,85 0,8 0,7		
		Стекложелезобетон- ные панели с пусто- тельными стеклян- ными блоками при толщине шва: 20 мм и менее более 20 мм	0,9 0,85		

Таблица 18

Значения коэффициента φ_4

Солнцезащитные устройства, изделия и материалы	Коэффициент, учи- тывающий потери света в солнце- защитных устрой- ствах φ_4
1. Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы (межсте- кольные, внутренние, наружные)	I
2. Стационарные жалюзи и экраны с защитным углом не более 45° при расположении пластин жалюзи или эк- ранов под углом 90° к плоскости окна: горизонтальные вертикальные	0,65 0,75
3. Горизонтальные козырьки: с защитным углом не более 30° с защитным углом от 15° до 45° (многоступен- чатые)	0,8 0,9-0,6

Таблица 19

Значения коэффициента при боковом освещении

Отношение глубины помещения В к высоте от уровня условной рабочей поверх- сти до h_1 верха ок- на	Отношение расстояния ℓ расчет- ной точ- ки от на- ружной стены к глубине помещения В	Средневзвешенный коэффициент отражения $\rho_{\text{ср}}$ потоло- ка, стен и пола								
		0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины помещения $\ell_{\text{п}}$ к его глубине								
		0,5	I	2 и более	0,5	I	2 и более	0,5	I	2 и более
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ст I	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
до I,5	0,3	1,1	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1
	1	1,1	1,9	1,5	1,8	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Более 1,5 до 2,5	0 0,05 0,1 0,15 0,2 0,25 0,3 0,35 0,4 0,45 0,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5
Более 2,5 до 3,5	0 0,05 0,1 0,15 0,2 0,25 0,3 0,35 0,4 0,45 0,5	1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5 1,55 1,6 1,65	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5
Более 3,5	0 0,05 0,1 0,15 0,2 0,25 0,3 0,35 0,4 0,45 0,5	1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5 1,55 1,6 1,65 1,7	1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5 1,55 1,6 1,65	1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5	1,05 1,1 1,15 1,2 1,25 1,3 1,35 1,4 1,45 1,5

Таблица 20

Значения световой характеристики фонарей (прямоугольных, трапециевидных и шед) 2_{ϕ}


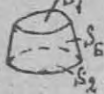
Тип фонарей	Количество пролетов	Значения световой характеристики фонарей								
		Отношение длины помещения l_{II} к ширине пролета l_1								
		от 1 до 2			от 2 до 4			более 4		
		Отношение высоты помещения H к ширине пролета l_1								
		от 0,2 до 0,4	от 0,4 до 0,7	от 0,7 до 1	от 0,2 до 0,4	от 0,4 до 0,7	от 0,7 до 1	от 0,2 до 0,4	от 0,4 до 0,7	от 0,7 до 1
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
С вертикальными двусторонним остеклением (прямоугольные, М-образные)	Один	5,8	9,4	16	4,6	6,8	10,5	4,4	6,4	9,1
	Два	5,2	7,5	12,8	4	5,1	7,8	3,7	6,4	6,5
	Три и более	4,8	6,7	11,4	3,8	4,5	6,9	3,4	4	5,6

НАЦИОНАЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
С наклонным двусторонним остеклением	Один	3,5	5,2	6,2	2,8	3,8	4,7	2,7	3,6	4,1
	Два	3,2	4,4	5,3	2,5	3	4,1	2,3	2,7	3,4
	Три и более	3	4	4,7	2,35	2,7	3,7	2,1	2,4	3
С вертикаль- ным односто- ронним остек- лением (шеды)	Один	6,4	10,5	15,2	5,1	7,6	10	4,9	7,1	8,5
	Два	6,1	8	11	4,7	5,5	6,6	4,35	5	5,5
	Три и более	5	6,5	8,2	4	4,3	5	3,6	3,8	4,1
С наклонным односторонним остеклением (шеды)	Один	3,8	4,55	6,8	2,9	3,4	4,5	2,5	3,2	3,9
	Два	3	4,3	5,7	2,3	2,9	3,5	2,15	2,65	2,9
	Три и более	2,7	3,7	5,1	2,2	2,5	3,1	2	2,25	2,5

Таблица 21

Значения световой характеристики η_{ϕ} световых проемов в плоскости покрытия при верхнем освещении

Схемы фонарей	Отноше- ние пло- щади вы- ходного отверс- тия S_2 к сумме площадей входного отверс- тия S_1 и боко- вой по- верхно- сти про- ема S_0	Индекс помещения i									
		0,5	0,7	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	0,05 0,1 0,2	25 13 7	19 10,3 5,6	16 8,5 4,6	14,3 7,7 4,2	13,3 7 3,4	12 6,3 3,4	11,5 6 3,3	11 5,8 3,1	10,5 5,6 3	10 5,4 2,9
	0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9	5 4 3 2 2 2 2	4 3 3 2 2 2 2	3 3 3 2 2 2 2	2,9 2,7 2,4 2,1 1,8 1,6	2,7 2,2 2,2 1,8 1,6 1,5	2,4 2,2 2,2 1,8 1,6 1,5	2,3 1,9 1,7 1,5 1,4 1,3	2,2 1,8 1,5 1,4 1,3 1,2	2,1 1,8 1,5 1,4 1,3 1,2	2 1,7 1,5 1,3 1,2 1,15

Индекс помещения

$$i = \frac{l_{\text{п}} b}{H (l_{\text{п}} + b)}$$

где $l_{\text{п}}$ - длина помещения вдоль оси пролетов;
 b - ширина помещения;
 H - высота покрытия над условной рабочей поверхностью

Значения коэффициента K_{ϕ}

Таблица 22

Тип фонаря	Значения коэф. K_{ϕ}
Световые проемы в плоскости покрытия, ленточные	I
Фонари с вертикальным двусторонним остеклением	I,2
Фонари с односторонним вертикальным остеклением (шеды)	I,4

Таблица 23

Варианты задания для расчета естественной освещенности в производственном помещении

№ варианта	Наименование цеха или помещения	Размеры цеха, м			Вид светопропускающего материала
		длина	ширина	высота	
1.	Зал бумагоделательных машин	100	60	9	Стекло оконное одинарное
2.	Там же	95	55	8	Стекло листовое армированное
3.	— " —	90	50	8	Стекло солнцезащитное
4.	— " —	85	50	9	Пустотелые стеклянные блоки
5.	— " —	90	60	9	Стеклопакеты
6.	Участок резки бумаги	20	10	9	Стеклопакеты
7.	Участок упаковки	10	10	9	Стеклопакеты
8.	Мешочная фабрика	20	20	9	Пустотелые стеклянные блоки
9.	Отделение упаковки	10	7	8	Пустотелые стеклянные блоки
0.	Склад готовой продукции	50	30	10	Стеклопакеты

Задание 6. Расчет искусственного освещения

Варианты, исходные данные и методика расчета принимаются из методических указаний "Расчет искусственного освещения", библиотечный шифр I4-I9.

Задание 7. Расчет вытяжного шкафа

Расчет вытяжного шкафа заключается в определении скорости всасывания и расчете количества удаляемого воздуха.

Скорость всасывания зависит от вредности веществ, выделяющихся в шкаф и может приниматься из табл. № 24.

Таблица 24

Скорость подсоса воздуха в вытяжных шкафах и кратность воздухообмена для веществ различного класса опасности

Класс опасности по ГОСТ 12.1.005-76 ССЕТ	Степень опасности вещества	Вещества, составляющие группу	ПДК, мг/м ³	Скорость подсоса воздуха, V ₀ , м/с	Кратность воздухообмена, в 1 ч
I	Чрезвычайно опасные	Мышьяк, пары ртути, хлор, сулема, фосфор, цианистый водород, двуокись хлора и т.д.	менее 0,1	I-2	350-500
II	Высокоопасные	Анилин, серный ангидрид, сероводород, фенол, формальдегид и т.д.	0, I-1,0	0,75-I	250-350
III	Умеренно опасные	Кислота серная, соляная, окислы азота, сернистый ангидрид и т.д.	I, I-10,0	0,5-0,75	200-260
IV	Мало опасные	Ацетон, бензин, спирт этиловый, скипидар и т.д.	более 10	0,35-0,5	150-200

Количество воздуха, удаляемого из шкафа при отсутствии влаготепловыделений определяется по формуле:

$$L_x = 3600 \cdot V_0 \cdot F, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (18)$$

где V₀ - скорость подсоса воздуха, м/с (принимается по табл. 24);
F - площадь рабочего проема шкафа, м²,

$$F = H \cdot B,$$

H - высота рабочего проема, м;

B - ширина рабочего проема, м

Если в вытяжном шкафу есть источники тепловыделений, то количество удаляемого воздуха определяется по формуле

$$L_T = 120 \sqrt[3]{\frac{H \cdot Q \cdot F^2}{I, 16}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (19)$$

где H - высота рабочего проема, м;

Q - количество тепловыделений, Вт.

Теплопроизводительность источника рассчитывается по формуле

$$Q = 74I \cdot N, \text{ Вт}, \quad (20)$$

где N - мощность источника тепла, кВт.

Количество тепловыделений, идущих на нагрев воздуха в шкафу принимается равным 50-70 % полной теплопроизводительности источника.

Для шкафа, имеющего источники газо- и тепловыделений в расчет при-

нимается большее из значений L_x и L_T .

Таблица 25

Исходные данные для расчета вытяжного шкафа

№ варианта	Класс опасности выделений	Мощность теплового источника, N , кВт	Размер рабочего проема, м	
			высота, Н	ширина В
1	I	25	0,5	0,5
2	II	отсутствует	0,6	0,4
3	III	30	0,4	0,5
4	IV	отсутствует	0,6	0,6
5	I	15	0,4	0,7
6	II	10	0,5	0,6
7	отсутствует	60	0,7	0,3
8	III	50	0,6	0,4
9	IV	45	0,5	0,5
0	отсутствует	55	0,4	0,4

Задание 8. Расчет вытяжного зонта

Расчет количества воздуха, удаляемого вытяжным зонтом производится по формуле

$$L_z = L_k \cdot \frac{F_z}{F_n}, \quad \text{м}^3/\text{ч}, \quad (21)$$

где L_k - количество воздуха, подтекающего к зонту с конвективной струей, возникающей над тепловым источником

$$L_k = 67 \sqrt[3]{\frac{Q_k \cdot z \cdot F_n^2}{1,16}}, \quad \text{м}^3/\text{ч}, \quad (22)$$

где Q_k - количество тепла, выделяемое источником, Вт;

z - расстояние от нагретой поверхности, м;

F_n - площадь источника, м^2 .

Площадь зонта при $z < 2,8 \sqrt{F_n}$, $F_z = 1,5 \cdot F_n$

Таблица 26

Исходные данные для расчета вытяжного зонта

№ варианта	Количество тепла, Q , Вт	Расстояние от нагретой поверхности, z , м	Площадь источника, F_n , м^2
1	3000	1,5	1,0
2	2500	1,2	1,5
3	2600	1,4	2,0

1	2	3	4
4	3500	1,5	1,9
5	4000	1,3	1,2
6	3600	1,6	1,6
7	3200	1,1	1,4
8	3900	1,2	1,3
9	2900	1,4	1,1
0	3700	1,5	1,8

Задание 9. Расчет бортового отсоса

В настоящее время широко применяются активированные бортовые отсосы с передувкой. Расчет таких отсосов заключается в определении параметров как самого отсоса, так и приточной струи.

Количество отсасываемого воздуха определяется по формуле

$$L_{\text{отс}} = 364 \cdot B \cdot \ell \cdot V_{\text{min}}, \quad \text{м}^3/\text{ч} \quad (23)$$

где B - ширина ванны, м;

ℓ - длина ванны, м;

V_{min} - осевая скорость приточной струи в критическом сечении, т.е. в области которой влияние приточной струи уже ослаблено, а действие целевого отсоса еще не велико; принимается 1-2 м/с.

Количество приточного воздуха:

$$L_{\text{пр}} = 236 \cdot B \cdot \ell \cdot \frac{V_{\text{min}}}{V_1}, \quad \text{м}^3/\text{ч} \quad (24)$$

где V_1 - средняя скорость в приточном отверстии, принимается равной 5-10 м/с.

Ширина приточной щели:

$$b_1 = 0,066 \left(\frac{V_{\text{min}}}{V_1} \right) \cdot B, \quad \text{м} \quad (25)$$

Ширина всасывающей щели:

$$b_2 = 0,101 B \frac{V_{\text{min}}}{V_2}, \quad \text{м} \quad (26)$$

где V_2 - скорость всасывания принимается равной $2+3 V_{\text{min}}$, м/с.

Щели для подачи и удаления воздуха располагаются вдоль длинных бортов ванны.

Таблица 27

Исходные данные для расчета бортовых отсеков

№ варианта	Ширина ванны, В, м	Длина ванны, l, м
1	1,0	2,0
2	1,50	2,5
3	1,25	2,25
4	1,0	2,0
5	1,30	2,5
6	1,0	1,75
7	0,75	2,8
8	1,0	3,0
9	0,80	2,6
0	1,25	2,5

Задание 0. Расчет виброизоляции

Наиболее надежным способом борьбы с передачей вибрации на строительные конструкции зданий является применение амортизаторов.

Показателем качества виброизолятора является коэффициент амортизации M , величина которого определяется отношением частот вынужденных колебаний f к частоте собственных колебаний оборудования f_0 , установленного на амортизаторах

$$M = \frac{1}{(f/f_0)^2 - 1} \quad (27)$$

На частотах $f < (1,41 f_0)$ эффективность виброизоляции незначительна. Очень опасно совпадение частот ($f = f_0$), т.к. это ведет к явлению резонанса. При $f > 3 f_0$ снижение уровня вибрации определяется выражением

$$\Delta V = 40 \lg(f/f_0) \quad (28)$$

Частота вынужденных колебаний равна $f = n/60$, Гц, где n - число оборотов машины в минуту.

Частота собственных колебаний равна

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m \cdot K_0 \cdot g}{G_0}} \quad (29)$$

где K_0 - динамическая жесткость амортизатора, кг/см²;
 G_0 - вес машины, кг;

g - ускорение силы тяжести (981 см/с^2);

m - количество амортизаторов.

Динамическая жесткость резиновых (цилиндрических, призматических и др.) определяется из выражения

$$K_0 = E_g \cdot F / d \cdot l, \quad (30)$$

где F и l - площадь и высота одного амортизатора, см^2 , см
 d - коэффициент формы амортизатора, зависящий от отношения l/d для цилиндрических и l/a для призматических амортизаторов, где d и a соответственно диаметр или ширина амортизатора.

При $\mu = 0,3$ и l/d (l/a) = $0,5$ $d = 0,65$

Общая площадь амортизаторов под агрегат равна

$$S = \frac{G_0}{\sigma}, \quad \text{см}^2, \quad (31)$$

где σ - допустимая нагрузка на прокладку, кг/см^2 (см. табл. 29).

Порядок расчета амортизаторов в виде полос, прокладок, цилиндров следующий:

- в соответствии с вариантом (табл. 28) определяют частоту вынужденных колебаний (f);
- определяют общую площадь всех амортизаторов, S ;
- задаются количеством амортизаторов m и находят площадь одного,
- задаются высотой амортизатора l ;
- находят жесткость амортизатора K_0 по формуле (30);
- определяют частоту собственных колебаний f_0 ;
- сравнивают значения f и f_0 . Если $f > f_0$ в 3 и более раз, то определяют снижение уровня вибрации ΔV по формуле (28).

Если f больше f_0 менее чем в 3 раза, то необходимо уменьшить частоту собственных колебаний f_0 , что достигается уменьшением жесткости амортизатора (K_0). Это достигается изменением его размеров (площади и высоты).

Выбрав жесткость амортизатора таким образом, чтобы $f > f_0$ в 3 раза, определяют снижение уровня вибрации ΔV и делают вывод.

Таблица 28

Исходные данные для расчета виброизоляции

№ варианта	Масса машины, кг	Число оборотов, об/мин	Уровень вибростороности, дБ	Материал амортизатора	Допустимое значение уровня вибростороности, дБ
1	100	1500	120	резина губчатая	Находится студентами по ГОСТ 12.1.012-78
2	150	3000	120	то же	
3	200	3000	110	- " -	
4	150	1500	107	резина мягкая	
5	300	1500	117	резина губчатая	
6	350	1500	120	резина мягкая	
7	400	3000	130	резиновая плата с отверстиями	
8	450	3000	132	резина средней жесткости	
9	500	3000	130	- " -	
0	150	3000	130	- " -	

Таблица 29

Характеристика упругих материалов для амортизаторов


Наименование материала	Допустимая нагрузка на прокладку, кг/см ² (σ)	Модуль упругости (E_f), кг/см ²
Резина губчатая	0,3	30
Резина мягкая	0,8	50
Резиновая плата с отверстиями	0,8+1,0	40+50
Резина средней жесткости	3+4	200+250

Содержание

.....	
Задание 1. Расчет требуемого снижения шума	3
Задание 2. Расчет звукопоглощающей облицовки производственного помещения	7
Задание 3. Расчет звукоизолирующего кожуха	13
Задание 4. Расчет звукоизолированной кабины	16
Задание 5. Расчет естественного освещения	19
Задание 6. Расчет искусственного освещения	27
Задание 7. Расчет вытяжного шкафа	-
Задание 8. Расчет вытяжного зонга	29
Задание 9. Расчет бортового отсоса	30
Задание 0. Расчет виброизоляции	31

Литература

- Максимов В.Ф. Охрана труда в целлюлозно-бумажной промышленности. -М.: Лесная промышленность, 1985.
- Старжинский В.Н., Ким В.К., Лебедев А.Д., Лукашевич А.С. Борьба с шумом в целлюлозно-бумажной промышленности. -М.: Лесная промышленность, 1977.
- Вибрация. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.012-78.
- Шум. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.003-82.
- Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования. СН и П II-4-79.
- Гаврилова Н.Н. Расчет искусственного освещения: Методические указания для студентов-дипломников по курсу "Охрана труда". -Л.: ЛТИ ЦБП, 1985.
- Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция. Ч.П. Вентиляция. -М.: Высшая школа, 1984.



Ольга Ивановна Яковлева
Борис Викторович Прохоров
Нелли Николаевна Гаврилова
Владимир Григорьевич Андреев

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

Методические указания и контрольные задания
по курсу "Охрана труда"
для студентов-заочников

Редактор и техн. редактор Н.П.Новикова

Сдано в пр-во 17 04 87

Подп. к печати 3.12.86.

Формат бумаги 60x84/16. Бумага тип №3, Способ печати офсетный.

Объем 2,25 печ.л., 2,0 уч.-изд.л. Тираж 500 экз. Заказ 123 Изд. №167.

Бесплатно.

Редакционно-издательский отдел ЛТИ ЦБП.

Ротапринт ЛТИ ЦБП, 198092, Ленинград, ул. Ивана Черных, 4.