

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Кафедра основ безопасности систем и процессов

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
Часть 2. Производственная санитария

Методические указания
для выполнения контрольных работ
студентами всех специальностей заочного факультета

Санкт-Петербург
2011

УДК 676.018.8(0707)

Безопасность жизнедеятельности. Часть 2. Производственная санитария: методические указания для выполнения контрольных работ студентами всех специальностей заочного факультета/сост.: Н.Н. Гаврилова, В.И. Якимов; СПб ГТУРП. – СПб., 2011. – 55 с.

Предназначены для выполнения контрольных работ по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей заочного факультета.

Содержат методики расчетов теплоизоляции, акустических характеристик оборудования и звукоизоляции, естественного и искусственного освещения.

Рецензент: доцент кафедры промышленной экологии
Санкт-Петербургской Химико-фармацевтической академии
кандидат химических наук Л.В. Тагиева

Подготовлены и рекомендованы к печати кафедрой основ безопасности систем и процессов СПб ГТУРП (протокол № 4 от 02.11.11).

Утверждены к изданию методической комиссией инженерно-экологического факультета СПб ГТУРП (протокол № 8 от 09.11.11).

Редактор и корректор Басова В.А.

Технический редактор Титова Л.Я.

Темплан 2011 г., поз.

127

Подп. к печати 20.12.2011

Формат 60x84/16. Бумага тип.

№1.

Печать офсетная. Объем 2,5 печ. л., 2,5 уч.-изд. л. Тираж 50 экз.

Изд. № 127. Цена «С». Заказ

Ризограф Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров, 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.

© ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский
государственный технологический
университет растительных полимеров, 2011

ВВЕДЕНИЕ

Изучение курса «Безопасность жизнедеятельности» предусматривает в учебных планах студентов-заочников всех специальностей выполнение контрольной работы и сдачу экзамена.

В контрольной работе студент-заочник должен показать знания, которые он приобрел в ходе самостоятельного изучения курса. Настоящие методические указания помогут в решении этой задачи.

Контрольная работа по курсу «Безопасность жизнедеятельности» для студентов-заочников всех специальностей включает два задания. Первое задание – «Производственная санитария», последовательность выполнения которого предоставлена в данных методических указаниях. Второе задание – «Техника безопасности» (см. методические указания «Безопасность жизнедеятельности. Часть 2. Техника безопасности», авторы Н.Н. Гаврилова, В.И. Якимов).

Выбор темы первого задания осуществляется по последней цифре индивидуального шифра (№ зачетной книжки) студента, а выбор темы второго задания – по предпоследней цифре индивидуального шифра. Каждое задание имеет 10 вариантов исходных данных для расчета. Варианты исходных данных, которые должны быть взяты в каждом задании, определяются третьей цифрой от конца индивидуального шифра. Например, шифр ХХХ-425 означает, что студент должен выполнить задание 2 из раздела «Техника безопасности» и задание 5 из раздела «Производственная санитария». В обоих заданиях принимается 4-ый вариант исходных данных.

Перед тем как приступить к расчету заданий контрольной работы, студент должен подробно ознакомиться с теорией данного вопроса в учебнике по курсу или в другой учебной литературе.

Оформление работы следует начать с изложения основных теоретических положений выбранного задания, терминов и определений в соответствии с системой стандартов безопасности труда.

Выполнив соответствующие расчеты, необходимо сделать выводы об условиях работы путем сравнения полученных результатов с нормативами.

Принятые значения коэффициентов и нормативных показателей должны иметь ссылку на литературный источник, список которых необходимо привести в конце контрольной работы.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Задание 1

Расчет тепловой изоляции оборудования

Указания к решению и исходные данные

Для защиты человека от теплового излучения все оборудование с нагретыми технологическими средами должно быть теплоизолировано. При этом температура на поверхности изоляции не должна превышать 318 К. Экранирование нагретых поверхностей позволяет исключить не только возможность термических ожогов обслуживающего персонала при контакте с оборудованием, но и уменьшить как общее выделение тепла в рабочую зону производственного помещения, так и его лучистую часть. Помимо решения чисто гигиенических проблем – улучшение условий труда, тепловая изоляция позволяет также резко снизить тепловые потери через стенки оборудования, а следовательно, снизить расход энергии на осуществление технологического процесса.

Для теплоизоляции применяются материалы, теплопроводность ($\lambda_{из}$) которых при температурах 320-370 К меньше $0,2 \frac{Вт}{м \cdot К}$. При выборе

материала теплоизоляции следует принимать во внимание также его температуростойкость (см. табл. 1).

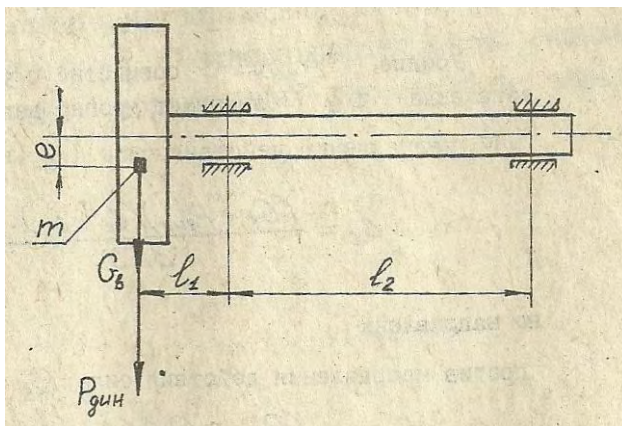


Рис. 1. Расчетная схема неуравновешенного консольно закрепленного ротора с двумя подшипниковыми опорами

Таблица 1

Свойства теплоизоляционных материалов

№ п/п	Материал		Плотность, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Допустимая рабочая температура, К	Значение коэффициентов a и b в уравнении $\lambda_{из} = a + b \cdot T$, $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$	
					a	$b \cdot 10^3$
1	Асбест распушенный		250	490	0,390	0,197
			340		0,215	0,240
			650		0,581	0,190
			800		0,781	0,190
2	Асбестовый матрац	совелит	280	720	0,553	0,116
		стекло-волокно	200		0,070	0,210
		вермикулит	220		0,179	0,230
3	Асбестовая ткань		550	720	0,579	0,255
4	Минеральная вата в набивку под сетку		230	870	0,027	0,186
5	Минераловатные прошивные маты	на металлической основе	200	870	0,027	0,186
		на стеклоткани	260	570	0,073	0,186

Конструктивно теплоизоляция может быть оберточной, засыпной, из штучных изделий и комбинированной.

Оберточная изоляция изготавливается из волокнистых материалов на основе асбеста или минеральной ваты и наиболее пригодна для изоляции аппаратов и трубопроводов.

При прокладке трубопроводов в каналах, коробах рационально использовать *засыпную* изоляцию, особенно там, где требуется большая толщина изоляционного слоя.

Теплоизоляция *штучными*, формованными в плиты, сегменты, скорлупы изделиями применяется чаще всего для комбинированного теплоизоляционного слоя в качестве внутреннего покрытия. Наружный слой в этом случае изготавливают из оберточной изоляции.

Для плоских и цилиндрических поверхностей диаметром 2 м и более толщина слоя теплоизоляции определяется по формуле:

$$\delta_{\text{из}} = \frac{\lambda_{\text{из}} \cdot (T_c - T_g)}{\alpha \cdot (T_g - T_b)}, \text{ м.} \quad (1)$$

Для цилиндрических поверхностей диаметром $d_n < 2$ м - по формуле:

$$\delta_{\text{из}} = \frac{d_n}{2 \cdot (y - 1)}, \text{ м,} \quad (2)$$

где $\lambda_{\text{из}}$ – теплопроводность материала теплоизоляции, $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$;

T_c , T_b , T_g – соответственно, абсолютные температуры технологической среды внутри аппарата, окружающего воздуха и допустимая на внешней поверхности теплоизоляции, К;

α – коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляции в окружающее воздушное пространство, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;

y – безразмерная величина, определяемая из соотношения:

$$y \cdot \ln y^* = \frac{2 \cdot \lambda_{\text{из}} \cdot (T_c - T_g)}{\alpha \cdot d_n \cdot (T_g - T_b)}. \quad (3)$$

* Значения функции $y \cdot \ln y$ приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значение функции $y \cdot \ln y$ в зависимости от y

Значения y	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,000	1,009	1,018	1,028	1,038	1,048	1,057	1,067	1,076	1,085
0,1	1,095	1,104	1,113	1,122	1,131	1,140	1,149	1,158	1,167	1,171
0,2	1,183	1,192	1,201	1,210	1,219	1,228	1,236	1,244	1,252	1,258
0,3	1,267	1,276	1,284	1,292	1,300	1,308	1,316	1,324	1,332	1,338
0,4	1,347	1,354	1,362	1,370	1,377	1,385	1,392	1,399	1,406	1,485
0,5	1,421	1,428	1,436	1,444	1,451	1,459	1,466	1,473	1,480	
0,6	1,496	1,503	1,510	1,517	1,524	1,531	1,538	1,545	1,551	1,557
0,7	1,565	1,572	1,578	1,585	1,592	1,599	1,605	1,612	1,619	1,625
0,8	1,632	1,639	1,645	1,652	1,659	1,666	1,673	1,680	1,687	1,691
0,9	1,699	1,707	1,713	1,720	1,726	1,733	1,739	1,746	1,752	1,757
1,0	1,765	1,772	1,778	1,784	1,790	1,796	1,802	1,809	1,815	1,821
1,1	1,828	1,834	1,840	1,846	1,852	1,858	1,864	1,871	1,877	-
1,2	1,888	1,895	1,901	1,907	1,913	1,919	1,925	1,931	1,937	-
1,3	1,948	1,954	1,960	1,966	1,972	1,978	1,984	1,990	1,996	-
1,4	2,007	2,013	2,018	2,024	2,030	2,036	2,041	2,047	2,053	-
1,5	2,065	2,071	2,076	2,082	2,087	2,093	2,098	2,104	2,110	-
1,6	2,123	2,129	2,135	2,140	2,145	2,151	2,156	2,162	2,168	-
1,7	2,180	2,186	2,191	2,197	2,203	2,209	2,215	2,221	2,226	-
1,8	2,237	2,242	2,247	2,253	2,258	2,264	2,269	2,275	2,280	-
1,9	2,292	2,297	2,302	2,308	2,313	2,319	2,324	2,330	2,335	-
2,0	2,336	2,352	2,357	2,362	2,367	2,373	2,378	2,384	2,390	-
2,1	2,400	2,405	2,410	2,416	2,421	2,426	2,431	2,437	2,442	-
2,2	2,452	2,457	2,462	2,468	2,473	2,478	2,483	2,489	2,494	-
2,3	2,504	2,510	2,515	2,520	2,525	2,531	2,536	2,541	2,546	-
2,4	2,557	2,562	2,567	2,572	2,577	2,583	2,593	2,593	2,598	-
2,5	2,607	2,613	2,618	2,623	2,628	2,633	2,638	2,644	2,649	-

Значение коэффициента теплоотдачи от внешней поверхности изоляции к окружающей среде рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \frac{4,9 \cdot 10^{-8} \cdot (T_g^4 \cdot T_b^4)}{(T_g \cdot T_b) + 1,44 \cdot \sqrt[3]{T_g \cdot T_b}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \quad (4)$$

Теплопроводность материала теплоизоляции определяется при средней температуре $T_{\text{cp}} = \frac{(T_c - T_g)}{2}$ по формуле:

$$\lambda_{\text{из}} = a \cdot b \cdot T_{\text{ср}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}, \quad (5)$$

где a и b – коэффициенты, значение которых берется по табл. 1.

Толщину теплоизоляционного слоя можно существенно уменьшить, если сверху на него нанести покрытие из листового металла с хорошей отражающей способностью (алюминий, оцинкованное железо и т.п.).

Расчет таких комбинированных покрытий проводится так:

- определяется допустимая температура T'_g на поверхности изоляции перед теплоотражающим покрытием по формуле:

$$T'_g = 100 \cdot \sqrt[4]{\frac{(e_{1,2} + 1) \cdot \left(\frac{T_g}{100}\right)^4 - 81,0}{e_{1,2}}}, \text{ К} \quad (6)$$

где $\varepsilon_{1,2}$ – приведенная степень черноты системы, «теплоизоляционный слой – теплоотражающий слой».

$$\varepsilon_{1,2} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1\right)}, \quad (7)$$

где ε_1 и ε_2 – соответственно степень черноты теплоизоляционного и теплоотражающего слоев изоляции: $\varepsilon_1 = 0,75 \div 0,90$, $\varepsilon_2 = 0,15$ для алюминиевого теплоотражающего покрытия и $\varepsilon_2 = 0,28$ для теплоотражающего покрытия, выполненного из оцинкованного железа;

- найденное таким образом значение T'_g подставляется в формулы (4) и (5) для расчета коэффициентов теплоотдачи α и теплопроводности $\lambda_{\text{из}}$, а также в формулы (1) и (3) для определения толщины теплоизоляционного слоя $\delta_{\text{из}}$ вместо T_g .

Варианты исходных данных выбираются по табл. 3.

Исходные данные для расчета тепловой изоляции оборудования

№ варианта	Изолируемая поверхность	Рабочая температура внутри оборудования, °С
1	Корпус котла для сульфатной варки целлюлозы, $d = 4200$ см	175
2	Корпус подогревателя кожухотрубчатого для щелока, $d = 2500$ см	180
3	Пропарочная камера установки «Камюр», $d = 1200$ см	130
4	Паропровод, $d = 300$ см	450
5	Корпус котла для сульфитной варки целлюлозы, $d = 3200$ см	145
6	Варочная труба установки «Пандия», $d = 1500$ см	180
7	Паропровод, $d = 350$ см	160
8	Расширительный циклон установки «Камюр», $d = 1800$ см	130
9	Трубопровод варочной кислоты, $d = 160$ см	145
0	Паропровод, $d = 150$ см	240

Задание 2

Оценка виброакустических характеристик неуравновешенных валов машин

Указания к решению и исходные данные

Оборудование целлюлозно-бумажного производства (ЦБП) характеризуется наличием большого количества вращающихся с большой скоростью валов (бумаго- и картоноделательные машины, рубильные машины, мельницы для роспуска волокнистых материалов, насосы, вентиляторы и т.д.). Их неуравновешенность вызывает появление вибрации и шума, отрицательно действующих на работающих и приводящих к преждевременному износу деталей машин, их авариям.

Одним из основных методов создания оборудования с малой виброакустической активностью является балансировка вращающихся элементов этого оборудования.

ГОСТ 26563-85 распределяет все оборудование ЦБП на четыре класса точности балансировки. Классы точности балансировки характеризуются максимально допустимыми значениями произведения удельного

дисбаланса e , мм, на эксплуатационную угловую скорость вращения ротора w , $\frac{\text{рад}}{\text{с}}$, равными 1,0; 2,5; 6,3 и 16,0 $\frac{\text{мм} \cdot \text{рад}}{\text{с}}$.

В данном задании ставится цель – научить оценивать виброакустические характеристики машин на примере вращающихся неуравновешенных валов с консольно закрепленным ротором (см. рис. 1). Такая схема закрепления валов характерна для центробежных насосов, вентиляторов, дисковых мельниц, рубильных машин и т.д., для которых $e \cdot w = 6,3 \frac{\text{мм} \cdot \text{рад}}{\text{с}}$.

При вращении неуравновешенного вала в точке приложения неуравновешенной массы возникает усилие:

$$P_{\text{дин}} = 0,011 \cdot D \cdot n^2, \text{ Н}, \quad (8)$$

где n – частота вращения вала, $\frac{\text{об}}{\text{мин}}$;

D – дисбаланс, который определяется по формуле:

$$D = m \cdot e, \text{ кг} \cdot \text{м}, \quad (9)$$

где m – масса вала, кг;

e – удельный остаточный дисбаланс вала, м, который определяется классом точности балансировки и может быть рассчитан по формуле:

$$e = \frac{9,55 \cdot 10^{-3} \cdot [e \cdot w]_{\text{доп}}}{n}, \text{ м}. \quad (10)$$

Усилие $P_{\text{дин}}$ совместно с усилием от собственного веса вала G_b вызывает прогиб вала:

а) по направлению действия силы G_b (вниз):

$$\Delta_1 = \frac{(G_b + P_{\text{дин}}) \cdot (l_1 + l_2) \cdot l_1^2}{3 \cdot E \cdot I}, \text{ м}; \quad (11)$$

б) по направлению против направления действия силы G_b (вверх):

$$\Delta_2 = \frac{(P_{\text{дин}} - G_b) \cdot (l_1 + l_2) \cdot l_1^2}{3 \cdot E \cdot I}, \text{ м}, \quad (12)$$

где E – модуль упругости для материала вала, Па;
 I – момент инерции поперечного сечения вала диаметром d , м⁴;
 l_1 и l_2 – размеры ротора, м (см. рис. 1).

Двойная амплитуда колебаний ротора составит:

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 = \frac{2P_{\text{дин}} \cdot (l_1 + l_2) \cdot l_1^2}{3 \cdot E \cdot I}, \text{ м.} \quad (13)$$

Виброскорость и уровень виброскорости при этом могут быть рассчитаны по формулам:

$$V = \pi \cdot f \cdot \Delta, \text{ м/с;} \quad (14)$$

$$L_V = 20 \cdot \lg\left(\frac{V}{5 \cdot 10^{-8}}\right), \text{ дБ,} \quad (15)$$

где f – частота вынужденных колебаний, Гц:

$$f = \frac{n}{60}, \text{ Гц.} \quad (16)$$

Найденные значения V и L_V не должны превышать их допустимые значения по ГОСТ 12.1.012-90, приведенные в табл. 4. В противном случае следует повышать точность балансировки ротора.

Таблица 4

Допустимые значения параметров вибрации роторов

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	2	4	8	16	31,5
Допустимое значение виброскорости, $V \cdot 10^2$, м/с	1,30	0,45	0,22	0,20	0,20
Допустимый уровень виброскорости, L_V , дБ	108	99	93	92	92

Далее оценивается уровень шума, создаваемого неуравновешенным валом, для чего:

- определяется звуковое давление P :

$$P = \rho \cdot c \cdot V, \text{ Па,} \quad (17)$$

где ρ – плотность воздушной среды, в которой распространяется звук, кг/м³;

c – скорость распространения звука в этой среде, м/с.

- находится уровень звуковой мощности вала L :

$$L = 20 \cdot \lg \left(\frac{P}{2 \cdot 10^{-5}} \right), \text{ дБ.} \quad (18)$$

Найденное значение L не должно превышать допустимый в производственных помещениях уровень шума в 85 дБ по ГОСТ 12.1.003-83.

Таблица 5

**Исходные данные для оценки виброакустических характеристик
неуравновешенных валов машин**

№ вари-анта	Масса вала, кг	Частота вращения вала, об/мин	Длина консоли, l_1 , м	Расстояние между опорами, l_2 , м	Диаметр вала, d , м
1	200	2400	0,20	0,40	0,10
2	1000	3000	0,30	0,60	0,15
3	300	1500	0,15	0,40	0,08
4	500	2400	0,25	0,50	0,12
5	400	3000	0,18	0,45	0,10
6	250	3000	0,22	0,55	0,07
7	950	1500	0,28	0,60	0,14
8	350	2400	0,15	0,42	0,09
9	450	2400	0,25	0,58	0,15
0	600	1500	0,30	0,70	0,10

Задание 3

Оценка звуковой мощности шума отсасывающих валов бумагоделательных машин

Указания к решению и исходные данные

Залы бумаго- и картоноделательных машин относятся к наиболее шумным помещениям ЦБП. Из всех элементов бумаго- и картоноделательных машин наиболее интенсивным звукоизлучением

характеризуется зона, где работают отсасывающие валы прессовой и сеточной частей. Шумообразование связано с аэродинамическими процессами, возникающими при выходе отверстий перфорации отсасывающего вала из зоны действия вакуума и заполнении их атмосферным воздухом. Основную долю в энергетический спектр аэродинамического шума при этом вносят два компонента:

- вихревой шум, связанный с вихреобразованием потока воздуха, втекающего в полости отверстий, которые выходят из зоны вакуума последней по ходу бумажного полотна отсасывающей камеры;
- шум от неоднородности потока, генерируемый в результате неравномерности заполнения отверстий воздухом по мере их сообщения с атмосферой.

Основные частоты этих компонентов находятся по формулам:

- для вихревого шума:

$$f_{\text{шв}} = 0,1 \cdot \frac{K}{d_0} \sqrt{\frac{0,2 \cdot (P_a - P_k)}{\rho}}, \text{ Гц}; \quad (19)$$

- для шума от неоднородности потока:

$$f_{\text{шн}} = Z \cdot n, \text{ Гц}, \quad (20)$$

где K – коэффициент, зависящий от площади «живого» сечения вала (коэффициента перфорации), воздухопроницаемости обезвоживаемого слоя, вида вала (см. табл. 6 и 7);

d_0 – диаметр отверстий перфорации, м;

ρ – плотность воздуха, кг/м³;

P_a и P_k – абсолютное давление, соответственно, атмосферное и в последней по ходу вала отсасывающей камере вала, Па;

Z – число продольных рядов отверстий перфорации;

n – частота вращения вала, 1/с.

Значение коэффициента K в формуле (19)

Вид вала	Коэффициент перфорации вала, %	Коэффициент воздухопроницаемости обезвоживаемого слоя, $K_B \cdot 10^4$, м/с·Па						
		0,1	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
Гаучвал	20	-	0,95	0,90	0,86	0,84	0,82	0,80
	25	-	1,00	0,95	0,90	0,86	0,84	0,82
	30	-	1,20	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80
Прессовый	20	0,79	0,60	0,55	0,50	-	-	-

Коэффициенты воздухопроницаемости обезвоживаемых слоев, K_B

Вид слоя	$K_B \cdot 10^4$, м/с·Па	
	на сетке	на сукне
Бумага газетная	2,0 ÷ 2,4	0,9 ÷ 1,2
Бумага писчая	1,5 ÷ 2,0	0,8 ÷ 1,0
Бумага типографская	1,6 ÷ 2,0	0,8 ÷ 1,0
Бумага мешочная	1,4 ÷ 1,8	0,8 ÷ 0,9
Картон тарный	0,7 ÷ 0,9	0,4 ÷ 0,6
Картон белый для пищевой тары	0,4 ÷ 0,6	0,2 ÷ 0,3
Картон белый коробочный	0,4 ÷ 0,5	0,2 ÷ 0,3

Уровни звуковой мощности вихревого шума и шума от неоднородности потока определяются по формулам:

$$L_{\text{шв}} = \left(\bar{L} + 60 \cdot \lg \frac{V_{\text{окр}}}{16,7} \right) + 20 \cdot \lg d_0 + 30 \cdot \lg (P_a - P_k) + 10 \cdot \lg B, \text{ дБ} \quad (21)$$

$$L_{\text{шн}} = \bar{L} + 20 \cdot [\lg V_{\text{окр}} + \lg (P_a - P_k) + \lg (\delta + d_0 - t)] + 10 \lg B, \text{ дБ} \quad (22)$$

где \bar{L} – отвлеченный уровень звуковой мощности (см. табл. 8), дБ;

$V_{\text{окр}}$ – окружная скорость вала, м/с;

δ – толщина рубашки вала, м;

t – окружной шаг перфорации, м;

B – длина отсасывающей поверхности вала, м.

Отвлеченный уровень звуковой мощности \bar{L}

Вид вала	Коэффициент перфорации вала, %	Коэффициент динамичности *	Коэффициент воздухопроницаемости обезвоживаемого слоя, $K_B \cdot 10^4$, м/с·Па						
			0,1	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
Гаучвал	20	0,50	35	34	33	32	31	30	29
		0,25	-	-	-	-	26	25	24
		0,10	-	-	-	-	21	20	19
	25	0,50	37	36	35	34	33	32	31
		0,25	-	-	-	-	28	27	26
		0,10	-	-	-	-	25	24	22
	30	0,50	42	40	39	38	37	35	34
		0,25	-	-	-	-	-	-	-
		0,10	-	-	-	-	-	-	-
Прессовый	20	0,50	44	42	40	38	-	-	-
		0,25	38	36	45	33	-	-	-
		0,10	38	36	35	30	-	-	-

* Коэффициент динамичности можно принимать равным 0,63 ÷ 0,7 для шахматных и 0,1 ÷ 0,25 для спиральных схем перфорации.

Для оценки уровней звукового давления на рабочих местах, расположенных на расстоянии r от центра тяжести вала, используют формулу:

$$L = L_p - 20 \lg r - 21, \text{ дБ}, \quad (23)$$

где L_p – уровень звуковой мощности вала ($L_{шв}$ или $L_{шн}$), дБ.

Если значения L хотя бы по одной из составляющих аэродинамического шума превышают допустимые по ГОСТ 12.1.003-83 уровни шума для соответствующих частотам $f_{шв}$ и $f_{шн}$ октавных полос, то для снижения звуковой мощности отсасывающего вала следует применить глушитель шума. На современных бумаго- и картоноделательных машинах чаще всего применяют глушитель пористого типа, в котором в качестве гидравлического сопротивления для потока воздуха, заполняющего отверстия перфорации после их выхода из зоны вакуума, используют слой полиуретанового поропласта.

Эффективность такого глушителя определяется по формулам:

$$\Delta L_{\text{шв}} = y \cdot \left\{ 30 \cdot \lg \left[x \cdot \lambda \frac{2P_k^2}{\gamma \cdot P_a \cdot (P_a - P_k)} \right] \right\}, \text{ дБ} \quad (24)$$

$$\Delta L_{\text{шн}} = y \cdot \left\{ 30 \cdot \lg \left(\frac{\pi \cdot V_{\text{окр}} \cdot \delta}{B} - 0,5 \cdot V_B \right) - 20 \cdot \lg \left[1 + x \cdot \gamma \cdot \frac{P_a \cdot (P_a^2 - P_k^2)}{\lambda \cdot \rho \cdot P_k^2} \right] \right\}, \text{ дБ}, \quad (25)$$

где $\Delta L_{\text{шв}}$ и $\Delta L_{\text{шн}}$ – снижение уровня звуковой мощности вала по компонентам, соответственно вихревого шума и шума от неоднородности потока, дБ;

x – опытный коэффициент, зависящий от воздухопроницаемости обезвоживаемого слоя (см. табл. 9);

λ – коэффициент гидросопротивления в каналах глушителя шума (см. табл. 10);

γ – отношение диаметров каналов к их длине в материале глушителя шума, равное $0,025 \div 0,05$ в зависимости от плотности поропласта;

y – величина, значение которой рассчитывается по формуле:

$$y = e^{\frac{1-\ell}{b}}, \quad (26)$$

где ℓ – длина дуги выравнивания давления через обезвоживающий слой, м;

b – ширина глушителя по дуге, м.

Значение ℓ определяется из уравнения:

$$\ell = \frac{2(V_{\text{окр}} + V_B) \cdot \delta}{(P_a \cdot K_B)}, \text{ м}, \quad (27)$$

где V_B – осредненная скорость потока воздуха в отверстиях перфорации, рассчитывается по формуле:

$$V_B = K_B \cdot (P_a - P_k), \text{ м/с}. \quad (28)$$

Уровни звукового давления, создаваемые валом на рабочих местах при установке глушителя, составляет:

$$L = L_p - \Delta L_p - 20 \lg r - 21, \text{ дБ}, \quad (28)$$

где ΔL_p – снижение уровня звуковой мощности вала ($\Delta L_{шв}$ или $\Delta L_{шн}$) при установке глушителя, дБ.

Таблица 9

Значения коэффициента $\chi \cdot 10^3$ в формулах (24) и (25)

Плотность поропласта, кг/м ³	Коэффициент воздухопроницаемости обезвоживаемого слоя, $K_B \cdot 10^4$, м/с·Па						
	0,1	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
35	8,2	8,1	8,0	7,8	7,8	7,7	7,7
45	7,8	7,6	7,4	7,2	7,1	6,0	7,0
55	7,2	7,0	6,8	6,6	6,4	6,3	6,3

Таблица 10

Коэффициенты гидросопротивления для полиуретанового поропласта $\lambda \cdot 10^{-2}$ в формулах (24) и (25)

Плотность поропласта, кг/м ³	Средняя скорость потока в отверстиях перфорации, V_B , м/с				
	5	10	15	20	25
35	1,6	1,7	1,8	2,0	2,4
45	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9
55	2,3	2,4	2,6	2,8	3,0

Таблица 11

Исходные данные для оценки звуковой мощности отсасывающих валов бумагоделательных машин

№ варианта	Тип вала	Длина вала, мм	Диаметр вала, мм	Толщина рубашки, мм	Диаметр отверстий, мм	Окружной шаг отверстий, мм	Окружная скорость вала, м/с	Абсолютное давление в отсасывающей камере, Па·10 ⁻⁴	Коэффициент перфорации, %	Схема сверления отверстий	Расстояние от центра вала до рабочего места, м
1	гауч	4400	1000	78	8,0	18,6	9,0	3,0	20	шахматная	5,0
2	прессовый	7200	914	86	4,0	19,0	11,5	3,2	20	спиральная	7,5
3	гауч	7200	1370	88	6,2	13,2	11,5	3,1	25	спиральная	7,0
4	прессовый	7200	914	86	4,0	19,0	12,0	3,2	20	шахматная	8,0
5	гауч	4400	1000	77	8,0	17,5	10,0	3,3	30	спиральная	6,0
6	прессовый	4400	980	76	4,0	11,7	9,0	3,4	20	шахматная	5,5
7	гауч	4600	914	70	8,0	14,5	6,9	3,9	20	спиральная	6,5
8	прессовый	4400	860	70	4,0	8,2	8,4	4,9	20	спиральная	5,0
9	гауч	7200	1372	48	6,2	13,2	12,0	3,0	25	шахматная	8,0
0	прессовый	4400	762	78	4,0	7,8	8,2	4,6	20	спиральная	6,0

Задание 4

Расчет требуемого снижения шума

Указания к решению и исходные данные

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

$$L = L_p + 10 \cdot \lg \left(\frac{x \cdot \phi}{S} + \frac{4 \cdot \psi}{B} \right), \quad (30)$$

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 , м, между акустическим центром источника и расчетной точкой к максимальным габаритным размерам L_{max} , м, источника шума равным 1, если $\frac{r}{L_{max}} \geq 2$;

ϕ – фактор направленности источника шума, безразмерная величина, определяемая по опытным данным: для источников шума с равномерным излучением звука принимают $\phi = 1$;

$S = 2\pi r$ – для источника шума, устанавливаемого на полу;

ψ – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении, принимаемый для акустически необработанных помещений равным 1;

B – постоянная помещения в м^2 , определяемая по формуле:

$$B = B_{1000} \cdot \mu, \quad (31)$$

где B_{1000} – постоянная помещения в м^2 на среднегеометрической частоте 1000 Гц, определяемая по табл. 12, в зависимости от объема V в м^3 и типа помещения;

μ – частотный множитель, определяемый по табл. 13.

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 (30).

Таблица 12

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

Тип помещения	Описание и назначение помещения	B_{1000} , m^2
1	С небольшим количеством людей (металлообрабатывающие цехи, генераторные, щитовые, 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 B_{1000} для помещений четвертого типа можно применять при определении B по формуле (12) только при расчете требуемой частотной характеристики изоляции воздушного шума ограждающей конструкции и акустическом расчете вентиляционных систем. Во всех других случаях постоянную помещения B в октавных полосах следует определять с учетом звукопоглощения отдельных элементов ограждения.

Частотный множитель μ

Объем помещения, $V, \text{ м}^3$	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
$V = 200 \div 1000$	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 $L_{\text{доп}}$ и определяется требуемое снижение шума в дБ:

$$\Delta L_{\text{мп}} = L - L_{\text{доп}}, \quad (32)$$

Пример

В помещении приводов бумагоделательной машины размерами 72 x 12 x 6 м, отделенном 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. 14 заданы уровни акустической мощности двигателя «Беллойт».

Вычисляем уровни давления, создаваемого в производственном помещении двигателем «Беллойт» по формуле (30). Рабочее место оператора находится на расстоянии 4 м от двигателей.

Результаты расчетов приведены в табл. 14. Уровни звуковой мощности двигателя «Беллойт» занесены в строку 1. Постоянную помещения V_{1000} принимаем равной $\frac{V}{20}$ для залов буммашин и записываем в строку 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

$$10 \cdot \lg \cdot \left(\frac{x \cdot \phi_i}{S} + \frac{4\psi}{B_i} \right),$$

которое учитывает акустическую характеристику помещения, и записываем результат в строке 5 табл. 14.

Находим уровень звукового давления, создаваемого двигателем «Беллойт» в производственном помещении, путем сложения строк 1 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 $\Delta L_{\text{мп}}$ находим по формуле (32) 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 14

**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	8000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Уровень звуковой мощности источника, L_p	103	104	106	106	103	98	98	94
2	Постоянная помещения B_{1000}	-	-	-	-	260	-	-	-
3	Постоянная помещения B_i	130	130	143	182	260	416	780	1560
4	Слагаемое $\left(\frac{x \cdot \phi_i}{S} + \frac{4\psi}{B_i} \right)$	0,0407	0,0407	0,0379	0,0319	0,0253	0,0196	0,0151	0,0125
5	Слагаемое $10 \cdot \lg \cdot \left(\frac{x \cdot \phi_i}{S} + \frac{4\psi}{B_i} \right)$	-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, $\Delta L_{тр}$	-	-	6	8	7	3	4	1

Таблица 15

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

№ варианта	Наименование цеха или помещения	Наименование оборудования, кол-во	Размеры цеха, м			Уровни звукового давления шума оборудования, дБ, при среднегеометрической частоте октавных полос, Гц							
			дл.	ш.	в.	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	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
4	Дефибрерный цех	Мотор-генератор дефибрера, 6 шт.	40	17	6	97	98	98	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 5

Расчет звукоизолированной кабины

Указания к решению и исходные данные

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 БДМ, у слешеров, у пульта управления мельницами в размольном цехе и т.д. Требуемую звукоизолирующую способность кабины определяют по формуле:

$$R_{\text{тр.каб}} = L + 10 \cdot \lg \frac{S}{B_k} - L_{\text{доп}} = \Delta L_{\text{тр}} + 10 \cdot \lg \frac{S}{B_k}, \quad (33)$$

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), м²:

$$S = a \cdot b + 2b \cdot h + 2a \cdot h, \quad (34)$$

где a – длина кабины, м;

b – ширина кабины, м;

h – высота кабины, м;

B_k – постоянная помещения кабины, определяется по табл. 12 и 13;

$L_{\text{доп}}$ – допустимые значения уровней звукового давления в кабине в соответствии с требованием ГОСТ 12.1.003-83.

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

Уровень шума в кабине определяется из выражения:

$$L_{\text{каб}} = L - R_{\text{каб}}, \quad (35)$$

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 12.1.003-83. Уровни шума в производственном помещении в октавных полосах частот приведены в 1-ой строке табл. 16. Размеры кабины принимаем $5,2 \times 3 \times 2,5$ м.

Для заданного объема кабины по табл. 12 и 13 находим значения постоянной помещения в каждой октавной полосе частот и записываем во 2-ой строке табл. 16. По формуле (33) рассчитываем требуемую звукоизолирующую способность кабины (7-ая строка табл. 14). Из табл. 16 выбираем строительный материал для кабины (8-ая строка табл. 14). Сравнение строк 7 и 8 табл. 14 показывает выполнение нормативных требований $R_{\text{каб}} \geq R_{\text{тр.каб}}$. После чего считаем уровень шума в кабине и делаем вывод.

Таблица 16

**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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Кирпичная кладка	1 кирпич	36	41	44	51	58	64	65	65
2	Кирпичная кладка	2 кирпича	45	45	52	59	65	70	70	70
3	Железобетонная плита	50 мм	28	34	35	35	41	48	55	55
4	Железобетонная плита	100 мм	34	40	40	44	50	55	60	70
5	Железобетонная плита	400 мм	45	48	55	61	68	70	70	70

Окончание табл. 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	Железобетонная плита	800 мм	48	55	61	68	70	70	70	70
7	Гипсобетонная плита	80 мм	20	28	33	37	39	44	44	42
8	Шлакобетонная панель	250 мм	20	30	45	52	59	64	64	62
9	Стекло	7 мм	-	22	22	29	34	28	39	-
10	Стеклопластик	3 мм	9	13	17	21	25	29	31	32
11	Стеклопластик	5 мм	12	16	20	24	28	31	31	34
12	Стеклопластик	10 мм	17	21	25	28	31	31	34	38
13	Двойной остекленный витраж	стекло: 7 мм; воздушный промежуток: 100 мм; об.толщина: 114 мм	-	29	37	41	50	45	54	-

Таблица 17

Расчет звукоизолированной кабины в примере

№ п/п	Расчетные величины	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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 ²	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	$S = 5,2 \cdot 3 + 2 \cdot 3 \cdot 2,5 + 2 \cdot 5,2 \cdot 2,5 = 56,6$							
4	Нормативный уровень звукового давления шума в звукоизолирующей кабине, $L_{доп}$, дБ	83	74	68	63	60	57	55	54
5	Величина $\frac{S}{B_k}$	18,3	19,5	21,0	18,3	14,5	10,3	8,1	5,8

Окончание табл. 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	Величина $10 \cdot \lg \frac{S}{B_k}$	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 1 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 18

**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							
		дл.	ш.	в.	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	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
3	Пульт управления мельницами древесно-массового 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 БДМ. В центре помещения	5,0	3,0	2,5	93	95	97	99	111	105	101	90

Задание 6

Расчет виброизоляции

Указания к решению и исходные данные

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

Показателем качества виброизолятора является коэффициент амортизации μ , величина которого определяется отношением частоты вынужденных колебаний f к частоте собственных колебаний оборудования f_o :

$$\mu = \frac{1}{\left(\frac{f}{f_o}\right)^2 - 1} . \quad (36)$$

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

$$\Delta V = 40 \cdot \lg\left(\frac{f}{f_o}\right). \quad (37)$$

Частота вынужденных колебаний равна $f = \frac{n}{60}$, Гц, где n – число оборотов машины в минуту.

Частота собственных колебаний равна:

$$f_o = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{m \cdot K_o}{G_o} \cdot g}, \quad (38)$$

где K_o – динамическая жесткость амортизатора, кг/см²;

G_o – вес машины, кг;

g – ускорение силы тяжести (981 см/с²);

m – количество амортизаторов.

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

$$K_o = E_g \cdot \frac{F}{\alpha \cdot \ell}, \quad (39)$$

где F и ℓ - площадь и высота одного амортизатора, см^2 , см ;

α – коэффициент формы амортизатора, зависящий от отношения $\frac{\ell}{d}$

для цилиндрических и $\frac{\ell}{a}$ для призматических амортизаторов, где d и a

соответственно диаметр или ширина амортизатора.

При $\mu = 0,3$ и $\frac{\ell}{d} \left(\frac{\ell}{a} \right) = 0,5$, $\alpha = 0,65$.

Общая площадь амортизаторов под агрегат равна:

$$\zeta = \frac{G_o}{\sigma}, \text{ см}^2, \quad (40)$$

где σ - допустимая нагрузка на прокладку, $\text{кг}/\text{см}^2$ (см. табл. 19).

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

- в соответствии с вариантом (табл. 20) 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_o по формуле (39);
- определяют частоту собственных колебаний, f_o ;
- сравнивают значения f и f_o : если $f > f_o$ в 3 и более раз, то определяют снижение уровня вибрации ΔV по формуле (37); если f больше f_o менее чем в 3 раза, то необходимо уменьшить частоту собственных колебаний f_o , что достигается жесткости амортизатора (K_o), а достигается это изменением его размеров (площади и высоты);
- выбрав жесткость амортизатора таким образом, чтобы $f > f_o$ в 3 раза, определяют снижение уровня вибрации ΔV и делают вывод.

Характеристика упругих материалов для амортизаторов

Наименование материала	Допустимая нагрузка на прокладку, σ , кг/см ²	Модуль упругости, E_g , 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

Исходные данные для расчета виброизоляции

№ варианта	Масса машины, кг	Число оборотов, об/мин	Уровень виброскорости, дБ	Материал амортизатора	Допустимое значение уровня виброскорости, дБ
1	100	1500	120	резина губчатая	Находится студентами по ГОСТ 12.1.012-90
2	150	3000	120	то же	
3	200	3000	110	то же	
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	то же	
0	150	3000	130	то же	

Задание 7

Расчет естественного освещения

Указания к решению и исходные данные

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:

$$100 \cdot \frac{S_o}{S_n} = \frac{e_n \cdot k_3 \cdot \eta_o}{\tau_o \cdot r_1} \cdot K_{зд}; \quad (41)$$

б) при верхнем освещении:

$$100 \cdot \frac{S_\phi}{S_n} = \frac{e_n \cdot k_3 \cdot \eta_\phi}{\tau_o \cdot r_2 \cdot k_\phi}, \quad (42)$$

где S_o – площадь световых проемов (в свету) при боковом освещении;

S_n – площадь пола помещения;

e_n – нормированное значение КЕО (по табл. 21);

k_3 – коэффициент запаса, принимаемый по табл. 22;

η_o – световая характеристика окон, определяемая по табл. 23;

$K_{зд}$ – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями, определяется по табл. 24;

τ_o – общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле:

$$\tau_o = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (43)$$

где τ_1 – коэффициент светопропускания материала, определяемый по табл. 25;

τ_2 – коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема, определяемый по табл. 25;

τ_3 – коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, определяемый по табл. 25 (при боковом освещении $\tau_3 = 1$);

τ_4 – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, определяемый по табл. 26;

τ_5 – коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями, принимаемый равным 0,9;

r_1 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию, определяемый по табл. 27;

S_ϕ – площадь световых проемов (в свету) при верхнем освещении;

η_{ϕ} - световая характеристика фонаря или светового проема в плоскости покрытия, определяемая по табл. 28 и 29;

r_2 – коэффициент, $r_2 = 1,1$ в среднем;

K_{ϕ} – коэффициент, учитывающий тип фонаря, определяемый по табл. 30.

Варианты задания для расчета естественной освещенности приведены в табл. 31.

Таблица 21

Значения КЕО

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения	Разряд зрительной работы	Естественное освещение КЕО		
			при верхнем или верхнем и боковом освещении	при боковом освещении	
			в зоне с устойчивым снежным покровом	на остальной территории РФ	
1	2	3	4	5	6
Наивысшей точности	менее 0,15	I	10	2,8	3,5
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

Значения коэффициента запаса

№ п/п	Помещения и территории	Примеры помещений	Коэффициент запаса K_3 при естественном освещении и расположении светопропускающего материала		
			вертикально	наклонно	горизонтально
1	2	3	4	5	6
1	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
	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

Значения световой характеристики η_0 окон при боковом освещении

№ п/п	Отношение длины помещения l_n к его глубине B	Значение световой характеристики η_0 при отношении глубины помещения B к его высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна h_l							
		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	18	23	31	37	45	54	66	-

**Значения коэффициента $K_{зд}$, 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 $H_{зд}$**

№ п/п	$\frac{P}{H_{зд}}$	$K_{зд}$
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

Значения коэффициентов τ_1 , τ_2 и τ_3

Вид светопропускающего материала	Значения τ_1	Вид переплета	Значения τ_2	Несущие конструкции покрытий	Значения τ_3				
1	2	3	4	5	6				
Стекло оконное листовое: одинарное двойное тройное	0,90	Переплеты для окон и фонарей промышленных зданий: а) деревянные: одинарные спаренные двойные раздельные б) стальные: одинарные открывающиеся одинарные глухие двойные открывающиеся двойные глухие-	0,75 0,70 0,60 0,75 0,90 0,60 0,80	Стальные фермы	0,90				
	0,80					Железобетонные и деревянные фермы и арки	0,80		
0,75	Балки и рамы сплошные при высоте сечения: 50 см и более менее 50 см			0,80 0,90					
Стекло витринное толщиной					0,80				
Стекло листовое армированное					0,60				
Стекло листовое узорчатое					0,65				
Стекло листовое со специальными свойствами: солнцезащитное контрастное	0,65 0,75			Переплеты для окон жилых общественных и вспомогательных зданий: а) деревянные: одинарные- спаренные- двойные раздельные- с тройным остеклением- б) металлические: одинарные спаренные двойные раздельные с тройным остеклением	0,8 0,75 0,65 0,50 0,90 0,85 0,80 0,70				
Органическое стекло: прозрачное молочное	0,90 0,60								
Пустотелые стеклянные блоки: светорассеивающие светопрозрачные	0,50 0,55								
	Стеклопакеты							0,80	
		Стекложелезобетонные панели с пустотельными стеклянными блоками при толщине шва: 20 мм и менее более 20 мм	0,90 0,85						

Значения коэффициента τ_4

Солнцезащитные устройства, изделия и материалы	Коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах τ_4
1. Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы (межстекольные, внутренние, наружные)	1
2. Стационарные жалюзи и экраны с защитным углом не более 45° при расположении пластин жалюзи или экранов 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° (многоступенчатые)	0,80 0,90 – 0,60

Значения коэффициента отражения при боковом освещении

Отношение глубины помещения B к высоте от уровня условной рабочей поверхности до h_1 верха окна	Отношение расстояния ℓ расчетной точки от наружной стены к глубине помещения B	Средневзвешенный коэффициент отражения $\rho_{\text{ср}}$ потолка, стен и пола								
		0,5			0,4			0,3		
		0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
От 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1
	1	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2
Более 1,5 до 2,5	0	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1
	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2
Более 2,5 до 3,5	1	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5
	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,2	1,15	1,1	1,05	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,4	1,35	1,25	1,2	1,2	1,1	1,1	1,15	1,1	1,1
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,2	1,2	1,25	1,15	1,1
	0,6	2	1,75	1,45	1,6	1,3	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,4	1,4	1,6	1,5	1,3
	0,8	3,6	3,1	2,4	2,4	1,55	1,55	1,9	1,7	1,4
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	1,9	1,9	2,2	1,85	1,5
1	7,2	5,4	4,3	3,6	2,4	2,4	2,4	2,6	2,2	1,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Более 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1
	1	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5

Таблица 28

**Значения световой характеристики фонарей
(прямоугольных, трапециевидных и шед) η_{ϕ}**

Тип фонарей	Количество пролетов	Значения световой характеристики фонарей								
		Отношение длины помещения l_n 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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
С вертикальным 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
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 вертикальным односторонним остеклением (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

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

Схемы фонарей	Отношение площади выходного отверстия S_2 к сумме площадей входного отверстия S_1 и боковой поверхности проема S_6	Индекс помещения i^*									
		0,5	0,7	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
	0,05	25	19	16	14,3	13,3	12	11,5	11	10,5	10
	0,1	13	10,3	8,5	7,7	7	6,3	6	5,8	5,6	5,4
	0,2	7	5,6	4,6	4,2	3,8	3,4	3,3	3,1	3	2,9
	0,3	5	4	3,3	2,9	2,7	2,4	2,3	2,2	2,1	2
	0,4	4,2	3,3	2,7	2,4	2,2	2	1,9	1,85	1,8	1,7
	0,5	3,7	2,9	2,4	2,1	2	1,8	1,7	1,6	1,55	1,5
	0,6	3,3	2,6	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,45	1,4	1,3
	0,7	3,1	2,4	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,35	1,3	1,25
	0,8	2,9	2,3	1,9	1,7	1,55	1,4	1,35	1,3	1,2	1,2
0,9	2,8	2,2	1,8	1,6	1,5	1,35	1,3	1,25	1,2	1,15	

* Индекс помещения:

$$i = \frac{\ell_n \cdot b}{H \cdot (\ell_n + b)},$$

где ℓ_n - длина помещения вдоль оси пролетов;

b – ширина помещения;

H – высота покрытия над условной рабочей поверхностью.

Значения коэффициента K_{ϕ}

Тип фонаря	Значения коэффициента K_{ϕ}
Световые проемы в плоскости покрытия, ленточные	1
Фонари с вертикальным двусторонним остеклением	1,2
Фонари с односторонним вертикальным остеклением (шеды)	1,4

**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 БДМ	100	60	9	Стекло оконное одинарное
2	Там же	95	55	8	Стекло листовое армированное
3	Там же	90	50	8	Стекло солнцезащитное
4	Там же	85	50	9	Пустотелые стеклянные блоки
5	Там же	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 8

Расчет вытяжного шкафа и вытяжного зонта

Указания к решению и исходные данные

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. 32.

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

Класс опасности по ГОСТ 12.1.005-76 ССБТ	Степень опасности вещества	Вещества, составляющие группу	ПДК, мг/м ³	Скорость подсоса воздуха, V _о , м/с	Кратность воздухообмена, в 1 час
I	Чрезвычайно опасные	Мышьяк, пары ртути, хлор, сулема, фосфор, цианистый водород, двуокись хлора и т.д.	менее 0,1	1 – 2	350 – 500
II	Высокоопасные	Анилин, серный ангидрид, сероводород, фенол, формальдегид и т.д.	0,1 – 1,0	0,75 – 1	250 – 350
III	Умеренно опасные	Кислота серная, соляная, окислы азота, сернистый ангидрид и т.д.	1,1 – 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:

$$L_x = 3600 \cdot V_o \cdot F, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (44)$$

где V_o – скорость подсоса воздуха, м/с (принимается по табл. 32);

F – площадь рабочего проема шкафа, м²:

$$F = \frac{H}{B},$$

где H – высота рабочего проема, м;

B – ширина рабочего проема, м.

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

$$L_T = 120 \cdot \sqrt[3]{\frac{H \cdot Q \cdot F^2}{1,16}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (45)$$

где H – высота рабочего проема, м;

Q – количество тепловыделений, Вт.

Теплопроизводительность источника рассчитывается по формуле:

$$Q = 741 \cdot N, \text{ Вт}, \quad (46)$$

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 принимается большее из значений L_x и L_T .

Таблица 33

Исходные данные для расчета вытяжного шкафа

№ варианта	Класс опасности выделений	Мощность теплового источника, N , кВт	Размер рабочего проема, м	
			высота, H	ширина, B
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

Расчет вытяжного зонта. Расчет количества воздуха, удаляемого вытяжным зонтом, производится по формуле:

$$L_3 = L_k \cdot \frac{F_3}{F_u}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (47)$$

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

$$L_k = 67 \cdot \sqrt[3]{\frac{Q_k \cdot Z \cdot F_u^2}{1,16}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (48)$$

где Q_k – количество тепла, выделяемое источником, Вт;

Z – расстояние от нагретой поверхности, м;

F_u – площадь источника, м².

Площадь зонта при $Z \leq 2,8 \cdot \sqrt{F_u}$, $F_z = 1,5 \cdot F_u$.

Таблица 34

Исходные данные для расчета вытяжного зонта

№ варианта	Количество тепла, Q , Вт	Расстояние от нагретой поверхности, Z , м	Площадь источника, F_u , м ²
1	3000	1,5	1,0
2	2500	1,2	1,5
3	2600	1,4	2,0
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 искусственного освещения

Указания к решению и исходные данные

Задачами светотехнического расчета могут быть:

- 1) определение мощности ламп, необходимой для получения заданной освещенности, при выбранном типе и расположении светильников;
- 2) определение числа и расположения светильников известной мощности, необходимых для получения заданной освещенности;

3) определение ожидаемой (расчетной) освещенности при известном типе, расположении и мощности светильников.

Результатом решения первой задачи является определение светового потока лампы, по которому выбирается стандартная лампа. Поток ее должен отличаться от требуемого согласно расчету не более чем на + 20% или – 10%. Если расхождение оказывается большим, то для достижения лучшего совпадения потоков корректируется намеченное число светильников.

В проектной практике применяют следующие методы расчета:

1. Метод коэффициента использования светового потока и основанный на нем метод удельной мощности.
2. Точечный метод.
3. Комбинированный метод.

Рассмотрим расчет методом коэффициента использования.

Световой поток, падающий от источников света на освещаемую поверхность, всегда меньше, чем световой поток, излучаемый этими источниками. Отношение потока, падающего на данную поверхность, к потоку, излучаемому этим же источником света, называется коэффициентом использования и обозначается через η . Определяется по СН и П 23-05-95.

Основная расчетная формула этого метода имеет вид:

$$F_{\text{л}} = \frac{E_{\text{min}} \cdot S \cdot k \cdot z}{N \cdot \eta}, \text{ лм}, \quad (49)$$

где $F_{\text{л}}$ – световой поток одного светильника, лм;

E_{min} – нормируемая освещенность, лк (по СН и П 23-05-95);

S – площадь освещаемой поверхности, м²;

k – коэффициент запаса, характеризующий прозрачность воздуха в помещении: $k = 1,3$ – для помещений с незначительными выделениями дыма, пыли, копоти; $k = 1,5$ – для помещений с большим выделением загрязнений;

N – искомое число светильников;

z – отношение средней освещенности к минимальной (при расчете на среднюю освещенность – не вводится).

При лампах накаливания и ДРЛ $z = 1,15$; при люминесцентных лампах $z = 1,1$.

При освещении рядами люминесцентных светильников до расчета намечается число рядов, а также тип и мощность лампы, что определяет ее поток F (табл. 35).

Требуемое число светильников определяется по формуле:

$$N = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{n \cdot F_{\text{л}} \cdot \eta}, \quad (50)$$

где n – число ламп в каждом светильнике.

Делением N на число принятых рядов получают число светильников в каждом ряду, а так как длина светильника известна, то можно найти полную длину всех светильников ряда. Если указанная длина близка к метрической длине ряда, то он получается сплошным. Если она меньше длины ряда, то светильники размещаются в ряду с разрывами. Если, наконец, она больше длины ряда, то увеличивается число рядов, так же каждый раз образуется из двоянных, либо строенных светильников.

Варианты задания для расчета искусственной освещенности в производственном помещении приведены в табл. 36.

Таблица 35

Технические данные люминесцентных ламп

Тип	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Ток лампы, А	Световой поток, лм	Длина лампы, мм		Диаметр лампы, мм
					со штырьками	без штырьков	
1	2	3	4	5	6	7	8
ЛДУ 15 ЛД 15 ЛХБ 15 ЛБ 15 ЛТБ 15	15	58	0,3	450 525 600 630 600	452,4	437,4	25
ЛДУ 20 ЛД 20 ЛХБ 20 ЛБ 20 ЛТБ 20	20	60	0,35	620 760 900 980 900	604,8	589,8	38

1	2	3	4	5	6	7	8
ЛДУ 30 ЛД 30 ЛХБ 30 ЛБ 30 ЛТБ 30	30	108	0,34	1110 1380 1500 1740 1500	909,6	894,6	25
ЛДУ 40 ЛД 40 ЛХБ 40 ЛБ 40 ЛТБ 40	40	108	0,41	1520 1960 2200 2480	1214,4	1199,4	38
ЛДУ 80 ЛД 80 ЛХБ 80 ЛБ 80 ЛТБ 80	80	108	0,82	2720 3440 3840 4320 3840	1515	1500	38

Таблица 36

Варианты заданий для расчета искусственной освещенности

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8
Характеристика зрительной работы	Наивысшей точности	Очень высокой точности	Высокой точности	Средней точности	Малой точности	Очень малой точности (грубая)	Работа со светящимися материалами	Общее наблюдение за ходом производственного процесса
Наименьший размер объекта различения	< 0,15 мм	0,15-0,30 мм	0,30-0,50 мм	0,50-1 мм	1-5 мм	> 5 мм	> 0,5 мм	-

Задание 0

Прогнозирование масштабов заражения воздуха при авариях на химически опасных объектах

Указания к решению и исходные данные

Химически опасный объект (ХОО) – это объект промышленного производства, при авариях и разрушениях которого может произойти утечка в окружающую среду аварийно химически опасных веществ (АХОВ).

К АХОВ относятся вещества, применяемые в производстве, которые при аварийных утечках за короткий промежуток времени могут приводить к загрязнению воздуха на уровне поражающих концентраций.

В зависимости от масштабов заражения прилегающей к аварийному ХОО местности различают три вида аварий:

- аварии I степени, связанные с возможностью массового поражения не только производственного персонала, но и населения близлежащих районов;
- аварии II степени, влекущие за собой возможность массового поражения только производственного персонала ХОО;
- аварии химически безопасные (локальные аварии), не представляющие опасности массового поражения персонала ХОО и населения.

Прогнозирование опасности аварий на ХОО предполагает оценку следующих параметров:

- количества АХОВ, которое может поступить в атмосферу;
- вероятной глубины зоны заражения местности, а следовательно, степени тяжести аварии;
- вероятной площади зоны заражения;
- продолжительности поражающего действия АХОВ.

Эквивалентное количество¹ АХОВ, которое может поступить в атмосферу при аварии на ХОО, определяется исходя из следующих предпосылок:

- полностью разрушается емкость наибольшего объема, содержащая наиболее опасное вещество;
- авария происходит при наиболее неблагоприятных метеорологических условиях (состояние приземных слоев атмосферы – инверсия², скорость ветра 1 м/с);
- для сжиженных газов расчет ведется как для первичного, так и для вторичного³ облака заражения; для сжатых газов – только для первичного; для жидкостей, кипящих выше температуры окружающей среды, - только для вторичного.

Эквивалентное количество АХОВ, поступающее в атмосферу при аварии рассчитывается по формулам:

- для первичного облака:

$$Q_n = K_1 \cdot K_2 \cdot Q_o, \text{ кг}; \quad (51)$$

- для вторичного облака:

$$Q_b = \frac{(1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot Q_o}{(h \cdot \rho \cdot 10^{-3})}, \text{ кг}, \quad (52)$$

где K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ;

K_2 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы⁴ хлора к пороговой токсодозе вещества, по которому ведется расчет;

K_3 – коэффициент, определяемый физико-химическими свойствами АХОВ;

¹ Под эквивалентным количеством АХОВ понимается такое количество хлора, масштаб заражения которым эквивалентен масштабу заражения АХОВ, принятым в расчете.

² Инверсия – это состояние атмосферы, характеризующиеся вертикальной устойчивостью ее слоев, которая препятствует рассеиванию по высоте химического вещества и создает наиболее благоприятные условия для сохранения его высоких концентраций в приземном слое.

³ Первичное облако – облако АХОВ, образующееся в результате перехода части АХОВ в атмосферу в момент аварии емкости. Вторичное облако – облако АХОВ, образующееся в результате испарения разлившегося вещества с подстилающей поверхности.

⁴ Пороговая токсодоза – ингаляционная токсодоза, вызывающая начальные симптомы поражения.

K_4 – коэффициент, зависящий от времени τ , прошедшего после начала аварии;

Q_0 – количество выброшенного при аварии вещества, кг;

ρ – плотность АХОВ в аварийной емкости, кг/м³;

h – толщина слоя жидкости для АХОВ, разлившихся на подстилающей поверхности (принимается равной 0,05 м).

Значения коэффициентов K_1 , K_2 , K_3 принимаются по табл. 37, а коэффициент K_4 определяется после расчета продолжительности T , ч, испарения вещества из условий:

$$K_4 = \begin{cases} \tau^{0,8}, & \text{при } \tau \leq T \\ T^{0,8}, & \text{при } \tau \geq T \end{cases} \quad (53)$$

Таблица 37

Характеристики АХОВ и вспомогательные коэффициенты для определения масштабов заражения окружающей среды

Наименование АХОВ	Плотность, кг/м ³		Температура кипения, К	Пороговая токсодоза, $\frac{\text{мг} \cdot \text{мин}}{\text{л}}$	Значения коэффициентов		
	газ	жидкость			K_1	K_2	K_3
Аммиак	0,8	681	239,8	15	0,18	0,040	0,025
Водород хлористый	1,6	1191	187,9	2	0,28	0,300	0,037
Метилмеркаптан	-	867	279,0	1,7	0,06	0,353	0,043
Сернистый ангидрид	2,9	1462	262,9	1,8	0,11	0,333	0,049
Сероводород	1,5	964	212,6	16,1	0,27	0,036	0,042
Серовуглерод	3,17	1263	319,2	45,0	0	0,013	0,02
Соляная кислота	-	1198	-	2,0	0	0,300	0,02
Формальдегид	-	815	254,0	0,6	0,19	1,000	0,03
Хлор	3,2	1553	238,9	0,6	0,18	1,0	0,05

Время испарения АХОВ с площади разлива оценивается по формуле:

$$T = \frac{h \cdot \rho \cdot 10^{-3}}{K_3}, \text{ ч}, \quad (54)$$

причем при $T < 1$ ч, K_4 принимается для 1 ч.

Вероятная глубина зоны заражения, обусловленная воздействием первичного и вторичного облаков АХОВ, определяется по формуле:

$$G = G_1 + 0,5G_2, \text{ км}, \quad (55)$$

где G_1 и G_2 – соответственно наибольшее и наименьшее значения глубины зоны заражения от первичного и вторичного облака, принимаемые по табл. 38, км.

Площадь зоны заражения местности АХОВ рассчитывается по формуле:

$$S = 0,08 \cdot G^2 \cdot \tau^{0,2}, \text{ км}^2. \quad (56)$$

При прогнозировании возможных масштабов аварийной ситуации следует принимать $\tau = T$.

Продолжительность поражающего действия АХОВ на границе зоны заражения определяется временем его испарения T с площади разлива.

Таблица 38

Глубина зоны заражения

Количество АХОВ, $Q_{\text{экв}} \cdot 10^{-3}$, кг	Глубина зоны заражения, $G \cdot 10^{-3}$, м	Эквивалентное количество АХОВ, $Q_{\text{экв}} \cdot 10^{-3}$, кг	Глубина зоны заражения, $G \cdot 10^{-3}$, м
0,010	0,38	20,0	29,56
0,050	0,85	30,0	38,13
0,100	1,25	50,0	52,67
0,5	3,16	70,0	65,23
1,0	4,75	100,0	81,91
3,0	9,18	300,0	166,0
5,0	12,53	500,0	231,0
10,0	19,20	1000,0	363,0

**Исходные данные для прогнозирования масштабов заражения воздуха
при авариях на химически опасных объектах (ХОО)**

№ варианта	Характеристика химически опасного объекта			Характеристика АХОВ	
	Наименование	Объем оборудования для хранения АХОВ, м ³	Степень заполнения оборудования АХОВ	Наименование	Агрегатное состояние
1	Резервуары расходных складов для хранения технологического запаса веществ на предприятии	100	0,80	Хлор (Cl)	сжиженное
2		500	0,83	Аммиак (NH ₃)	сжиженное
3		150	0,85	Соляная кислота (HCl)	жидкое
4		200	0,80	Сероуглерод (CS ₂)	жидкое
5		60	0,85	Метилмеркаптан (CH ₃ SH)	сжиженное
6	Цистерны автомобильного и железнодорожного транспорта для перевозки АХОВ	2,0	0,85	Соляная кислота (HCl)	жидкое
7		4,0	0,80	Сероводород (H ₂ S)	сжиженное
8		4,0	0,82	Сернистый ангидрид (SO ₂)	сжиженное
9		2,0	0,75	Хлористый водород (HCl)	сжиженное
0		6,0	0,80	Аммиак (NH ₃)	сжиженное

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 12.1.005-85. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.
2. ГОСТ 26.5.63-85. Вибрация. Технологическое оборудование в ЦБП. Методы и средства защиты.
3. ГОСТ 12.1.012-90. Вибрация. Общие требования безопасности.
4. ГОСТ 12.1.003-93. Шум. Общие требования безопасности.
5. Старжинский В.Н. и др. Борьба с шумом в ЦБП.-М: Лесная промышленность, 1977.
6. Безопасность жизнедеятельности: методические разработки для практических занятий/сост. В.И. Якимов, Л.В. Тагиева, В.Е. Гусев. СПбГТУРП. – СПб, 1998.
7. Естественное и искусственное освещение. СН и П 23-05-95. – М.: Минстрой России, 1995.
8. Гаврилова Н.Н. Расчет естественного освещения/сост. Н.Н. Гаврилова. СПбГТУРП. – СПб, 2009.
9. Гаврилова Н.Н. Расчет искусственного освещения/сост. Н.Н. Гаврилова. СПбГТУРП. – СПб, 2009.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ	
Задание 1. Расчет тепловой изоляции оборудования.....	4
Задание 2. Оценка виброакустических характеристик неуравновешенных валов машин.....	9
Задание 3. Оценка звуковой мощности шума отсасывающих валов бумагоделательных машин.....	12
Задание 4. Расчет требуемого снижения шума.....	19
Задание 5. Расчет звукоизолированной кабины.....	24
Задание 6. Расчет естественного освещения.....	28
Задание 7. Расчет виброизоляции.....	30
Задание 8. Расчет вытяжного шкафа и зонта.....	39
Задание 9. Расчет искусственного освещения.....	42
Задание 0. Прогнозирование масштабов заражения воздуха при авариях на химически опасных объектах.....	46
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	51

Нелли Николаевна Гаврилова

Владислав Иванович Якимов

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Часть 2. Производственная санитария

Методические указания
для выполнения контрольных работ
студентами всех специальностей
заочного факультета

Редактор и корректор Басова В.А.

Технический редактор Титова Л.Я.

Темплан 2011 г., поз. 127

Подп. к печати 20.12.2011

Формат 60x84/16. Бумага тип. №1.

Печать офсетная. Объем 2,5 печ. л., 2,5 уч.-изд. л. Тираж 50 экз.

Изд. № 127. Цена «С». Заказ

Ризограф Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров, 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.