

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**ФГБОУ ВПО "Уральский государственный лесотехнический**  
**университет"**

**Кафедра Охраны труда**

В.Н. Старжинский  
А.В. Зинин  
И.Э. Ольховка

**ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ**  
**по курсу "Безопасность жизнедеятельности"**  
**для студентов всех направлений и специальностей**  
**очной формы обучения**

**МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ**

Печатается по рекомендации методической комиссии института ИЛБиДС  
Протокол № 10 от 3 июля 2014 г.

Рецензент – профессор, д.т.н. М.Н.Гамрекели

Редактор

---

Подписано к печати	Формат 60 x 84 1/16	
Плоская печать	Объем 2,79 п.л.	Тираж
Заказ N		

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии

## ЗАДАЧА 1

Рассчитать санитарно-бытовые помещения промышленных предприятий.

### УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ

1. В соответствии со СНиП 2.09.04-87 определяется санитарная характеристика (группа и подгруппа) производственного процесса (табл.1).

2. По числу работающих в цехе и в наиболее многочисленной смене (всего человек) определяется необходимый общий состав санитарно-бытовых помещений и их оборудование.

В состав санитарно-бытовых помещений входят гардеробные, душевые, умывальные, уборные, курительные, места для размещения полудушей, устройств питьевого водоснабжения, помещения для обогрева или охлаждения, обработки, хранения и выдачи спецодежды.

Санитарно-бытовые помещения для работающих, занятых непосредственно на производстве, должны проектироваться в зависимости от групп производственных процессов согласно табл.1.

Таблица 1

Группа производственных процессов	Санитарная характеристика производственных процессов	Расчетное число человек		Тип гардеробных, число отделений шкафа на 1 чел.	Специальные бытовые помещения и устройства
		на одну душевую сетку	на один кран		
1	2	3	4	5	6
1	Процессы, вызывающие загрязнение веществами 3...4-го классов опасности:				
1а	только рук	25	7	Общие, одно отделение	-
1б	тела и спецодежды	15	10	Общие, два отделения	-
1в	тела и спецодежды, удаляемое с применением специальных моющих средств	5	20	Раздельные, по одному отделению	Химчистка или стирка спецодежды

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
2	Процессы, протекающие при избытках явного тепла или неблагоприятных метеорологических условиях:				
2а	при избытках явного конвекционного тепла	7	20	Общие, два отделения	Помещения для охлаждения
2б	при избытках явного лучистого тепла	3	20	То же	То же
2в	связанные с воздействием влаги, вызывающей намокание спецодежды	5	20	Раздельные, по одному отделению	Сушка спецодежды
2г	при температуре воздуха до 10°С, включая работы на открытом воздухе	5	20	То же	Помещения для обогрева и сушка спецодежды
3	Процессы, вызывающие загрязнение веществами 1-го и 2-го классов опасности, а также веществами, обладающими стойким запахом:				
3а	только рук	7	10	Общие, одно отделение	
3б	тела и спецодежды	3	10	Раздельные, по одному отделению	Химчистка, искусственная вентиляция мест хранения спецодежды; дезодорация
4	Процессы, требующие особых условий к соблюдению чистоты или стерильности при изготовлении продукции	В соответствии с требованиями ведомственных нормативных документов			

**Примечания:** 1. При сочетании признаков различных групп производственных процессов тип гардеробных, число душевых сеток и кранов умывальных следует предусматривать по группе с наиболее высокими требованиями, а специальные бытовые помещения и устройства - по суммарным требованиям.

2. При процессах группы 1а душевые и шкафы, при процессах групп 1б и 3а скамьи у шкафов допускается не предусматривать.

3. При любых процессах, связанных с выделением пыли и вредных веществ, в гардеробных должны быть предусмотрены респираторные (на списочную численность), а также помещения и устройства для обеспыливания или обезвреживания спецодежды (на численность в смену).

4. В соответствии с ведомственными нормативными документами допускается открытое хранение одежды, в том числе на вешалках.

**Гардеробные.** В гардеробных число отделений в шкафах или крючков вешалок для домашней и специальной одежды следует принимать равным списочной численности работающих, уличной одежды - численности в двух смежных сменах.

При списочной численности работающих на предприятии до 50 чел. допускается предусматривать общие гардеробные для всех групп производственных процессов.

Гардеробные домашней и специальной одежды для групп производственных процессов 1в, 2в, 2г и 3б должны быть отдельными для каждой из этих групп.

При гардеробных следует предусматривать кладовые спецодежды, уборные, помещения для дежурного персонала с местом для уборочного инвентаря, места для чистки обуви, бритья, сушки волос. Кроме отдельных гардеробных для уличной одежды.

Для групп производственных процессов 1 и 2а при численности работающих не более 20 чел. в смену кладовые спецодежды допускается не предусматривать.

В случаях, когда чистка или обезвреживание спецодежды должны производиться после каждой смены, вместо гардеробных следует предусматривать раздаточные спецодежды.

Число душевых, умывальников и специальных бытовых устройств, предусмотренных табл.1, следует принимать по численности работающих в смене или части этой смены, одновременно оканчивающих работу.

**Душевые** оборудуются открытыми душевыми кабинами. До 20% душевых кабин допускается предусматривать закрытыми.

Для инвалидов с нарушением работы опорно-двигательного аппарата и для слепых следует предусматривать закрытые кабины.

Душевые кабины со сквозным проходом предусматриваются при производственных процессах групп 1в, 3б, а также в случаях, установленных ведомственными нормативными документами.

**Уборные** в многоэтажных бытовых, административных и производственных зданиях должны быть на каждом этаже.

При численности работающих на двух смежных этажах 30 чел. или менее уборные следует размещать на одном из этажей с наибольшей численностью.

При численности работающих на трех этажах менее 10 чел. допускается предусматривать одну уборную на три этажа.

В уборных более чем на четыре санитарных прибора следует предусматривать одну кабину для лиц пожилого возраста и инвалидов.

Общую уборную для мужчин и женщин допускается предусматривать при численности работающих в смену не более 15 чел.

На предприятиях, где предусматривается возможность использования труда слепых, уборные для мужчин и женщин должны быть отдельными.

Вход в уборную должен предусматриваться через тамбур с самозакрывающейся дверью.

В мужских уборных в соответствии с ведомственными нормами допускается применять взамен индивидуальных лотковые писсуары с настенным смывом.

Расстояние от рабочих мест в производственных зданиях до уборных, курительных, помещений для обогрева или охлаждения, полудушей, устройств питьевого водоснабжения должно приниматься не более 75 м, для инвалидов с нарушением работы опорно-двигательного аппарата и слепых - не более 60 м, а от рабочих мест на площадке предприятия - не более 150 м.

Стены и перегородки гардеробных, спецодежды, душевых, преддушевых, умывальных, уборных, помещений для сушки, обеспыливания и обезвреживания спецодежды должны быть выполнены на высоту 2 м из материалов, допускающих их мытье горячей водой с применением моющих средств. Стены и перегородки указанных помещений выше отметки 2 м, а также потолки должны иметь водостойкое покрытие.

3. Определяется площадь санитарно-бытовых помещений. Нормы площади помещений на 1 чел., единицу оборудования, расчетное число работающих, обслуживаемых на единицу оборудования в санитарно-бытовых помещениях, следует принимать по табл.2.

Таблица 2

Наименование	Показатель
1	2
<i>Площадь помещений на 1 чел., м<sup>2</sup></i>	
Гардеробные уличной одежды, раздаточные спецодежды <sup>1</sup> , помещения для обогрева или охлаждения	0,1
Кладовые для хранения спецодежды <sup>2</sup> :	
при обычном составе спецодежды	0,04
" расширенном составе спецодежды	0,06
" громоздкой спецодежде	0,08
Респираторные	0,07
Помещения централизованного склада спецодежды и средств индивидуальной защиты:	
для хранения	0,06
" выдачи, включая кабины примерки и подготовки	0,02
Помещения дежурного персонала с местом для уборочного инвентаря, курительные при уборных или помещениях для отдыха	0,02
Места для чистки обуви, бритья, сушки волос	0,01
Помещения для сушки, обеспыливания или обезвреживания спецодежды	0,15
Помещения для мытья спецодежды, включая каски и спецобувь <sup>2</sup>	0,3
<i>Площадь помещения на единицу оборудования, м<sup>2</sup></i>	
Преддушевые при кабинах душевых открытых и со сквозным проходом	0,7
Тамбуры при уборных с кабинами	0,4
<i>Число обслуживаемых в смену на единицу оборудования, чел.</i>	
Напольные чаши (унитазы) и писсуары уборных:	
в производственных зданиях	18/12
в административных зданиях	45/30
при залах собраний, совещаний, гардеробных, столовых	100/60
Умывальники и электрополотенца в тамбурах уборных:	
в производственных зданиях	72/48
в административных зданиях	40/27
Устройство питьевого водоснабжения в зависимости от групп производственных процессов:	
2а, 2б	100
1а, 1б, 1в, 2в, 2г, 3а, 3б, 4	200
Полудуши	15

<sup>1</sup> Предусматривать отдельные помещения для чистой и загрязненной спецодежды.

<sup>2</sup> Для групп производственных процессов 1в, 2в, 2г, 3б.

**Примечания:** 1. В I климатическом районе и подрайонах ПА и ПИА, а также при самообслуживании площадь гардеробных уличной одежды следует увеличивать на 25%.

2. При помещениях раздаточных, сушки, обеспыливания и обезвреживания спецодежды следует дополнительно предусматривать место для переодевания площадью 0,1 м<sup>2</sup>/чел., а в гардеробных уличной одежды и кладовых для хранения спецодежды - места для сдачи и получения спецодежды площадью 0,03 м<sup>2</sup>/чел. При респираторных более чем на 500 чел. следует дополнительно предусматривать мастерские площадью 0,05 м<sup>2</sup>/чел. для проверки и перезарядки приборов индивидуальной защиты органов дыхания.

3. Площадь помещений, указанных в таблице, должна быть не менее 4 м<sup>2</sup>, преддушевых и тамбуров - не менее 2 м<sup>2</sup>.

4. В числителе даны показатели для мужчин, в знаменателе - для женщин.

5. При числе обслуживаемых менее расчетного следует принимать одну единицу оборудования.

Геометрические параметры, минимальные расстояния между осями и ширину проходов между рядами оборудования санитарно-бытовых помещений следует принимать по табл. 3.

Таблица 3

Наименование	Показатель, м
1	2
<i>Кабины:</i>	
душевых закрытые	1,8x0,9 (1,8x1,8)*
душевых открытые и со сквозным проходом, полу- душей	0,9x0,9 (1,2x0,9)
личной гигиены женщин	1,8x1,2 (1,8x2,6)
уборных	1,2x0,8 (1,8x1,65)
<i>Скамьи в гардеробных</i>	0,3x0,8 (0,6x0,8)
<i>Устройство питьевого водоснабжения</i>	0,5x0,7
* В скобках указаны показатели для инвалидов с нарушением работы опорно-двигательного аппарата.	

Окончание табл. 3

1	2
<i>Шкафы в гардеробных для уличной и домашней одежды в зависимости от климатических районов и специальной одежды и обуви*</i>	
ИБ, ИВ, ИГ, ИШБ, ИШВ, ИШВ, IV	0,25x0,5
ИВ, ИД, ИА, ИША	0,33x0,5
IA, IB, IG и для инвалидов	0,4x0,5
<i>Размеры по высоте</i>	
Разделительные перегородки:	
до верха перегородки	1,8
от пола до низа перегородки	0,2
Шкафы для хранения одежды	1,65
<i>Расстояние между осями санитарных приборов</i>	
Умывальники одиночные	0,65
Ручные и ножные ванны, писсуары	0,7
<i>Ширина проходов между рядами</i>	
Кабины душевых закрытые, умывальники групповые	1,2 (1,8)
Кабины душевых открытые и уборных, писсуары	1,5 (1,8)
Умывальники одиночные	1,8
Ручные и ножные ванны, кабины личной гигиены женщин и фотариев	2
<i>Шкафы гардеробных для хранения одежды при числе отделений в ряду:</i>	
до 18	1,4/1 <sup>**</sup> (2,4/1,8)
от 18 до 36	2/1,4 <sup>**</sup> (2,4/1,8)
<p>* В дальнейшем - спецодежды. Для обычного состава спецодежды (халаты, фартуки, легкие комбинезоны) следует предусматривать шкафы размерами в плане 0,25x0,5 м, для расширенного состава (обычный состав плюс нательное белье, средства индивидуальной защиты) - 0,33x0,5 м, для громоздкой спецодежды (расширенный состав плюс полушубки, валенки, специальные комбинезоны) - 0,4x0,5 м.</p> <p>** В знаменателе приведена ширина проходов между рядами шкафов без скамей.</p> <p><b>Примечания:</b> 1. Ширину проходов между стеной и рядами оборудования допускается уменьшать на 40%, при числе единиц оборудования более шести в ряду - увеличивать на 25%.</p> <p>2. При тупиковых проходах между шкафами для одежды число отделений в ряду следует уменьшать на 35%.</p>	

4. Определяется сопряжение помещений между собой, составляется схема санитарно-бытовых помещений. Определяется общая площадь санитарно-бытовых помещений и выбираются их типовые решения.

Вычерчивается эскиз расположения санитарно-бытовых помещений.

При проектировании учитываются следующие требования:

- четкое разделение людских потоков, идущих на работу и с работы;
- сокращение контактов между людьми, проходящими разные этапы обслуживания (одетыми и раздетыми, прошедшими и не прошедшими душевую и пр.);

- концентрированное, сосредоточенное расположение санитарно-бытовых приборов и устройств;

- возможность трансформирования на случай изменения первоначального соотношения работающих женщин и мужчин.

**Помещения здравоохранения.** При проектировании предприятий следует предусматривать здравпункты, медпункты, помещения личной гигиены женщин, парильные (сауны), а по ведомственным нормам - помещения для ингаляторов, фотариев, ручных и ножных ванн, а также помещения для отдыха в рабочее время и психологической разгрузки.

Помещения для личной гигиены женщин следует размещать в уборных из расчета 75 чел. на одну установку. В указанных помещениях должны быть предусмотрены места для раздевания и умывальник.

Ручные ванны следует предусматривать при производственных процессах, связанных с вибрацией, передающейся на руки. Площадь помещения для ручных ванн следует определять из расчета 1,5 м<sup>2</sup> на одну ванну, число ванн - из расчета одна ванна на трех работающих в смену, пользующихся ручными ваннами.

Ножные ванны (установки гидромассажа ног) следует предусматривать при производственных процессах, связанных с работой стоя или с вибрацией, передающейся на ноги. Ножные ванны следует размещать в умывальных или гардеробных из расчета 40 чел. на одну установку площадью 1,5 м<sup>2</sup>.

**Помещения предприятий общественного питания.** При проектировании производственных предприятий должны быть предусмотрены столовые, рассчитанные на обеспечение всех работающих предприятий общим, диетическим, а по специальным заданиям - лечебно-профилактическим питанием.

При численности работающих в смену более 200 чел. следует предусматривать столовую, работающую, как правило, на полуфабрикатах, до 200 чел. - столовую-раздаточную.

При численности работающих в смену менее 30 чел. вместо столовой-раздаточной допускается предусматривать комнату приема пищи. Комната должна быть оборудована умывальником, стационарным кипятильником, электрической плитой, холодильником.

При численности работающих до 10 чел. в смену вместо комнаты приема пищи допускается предусматривать в гардеробной дополнительное место для установки стола для приема пищи.

Схема расположения санитарно-бытовых помещений показана на рис. 1, а функциональная схема взаимосвязи санитарно-бытовых помещений дана на рис. 2.

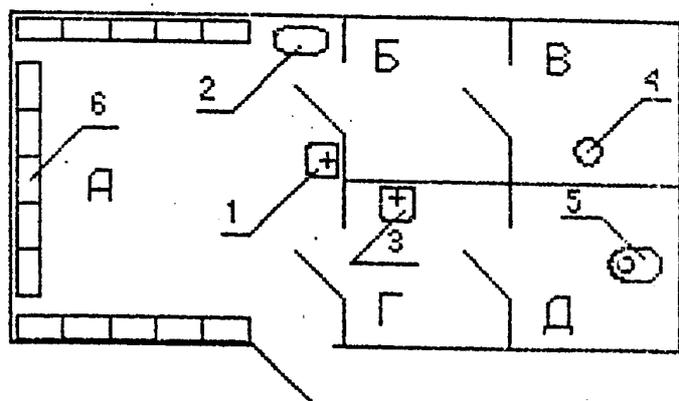


Рис.1 . Схема расположения санитарно-бытовых помещений:

А - гардероб; Б - преддушевая; В - душевая; Г - тамбур уборной; Д - уборная;  
1 - унитаз; 2 - ножная ванна;  
3 - умывальник уборной;  
4 - душ; 5 - унитаз; 6 - шкаф хранения одежды

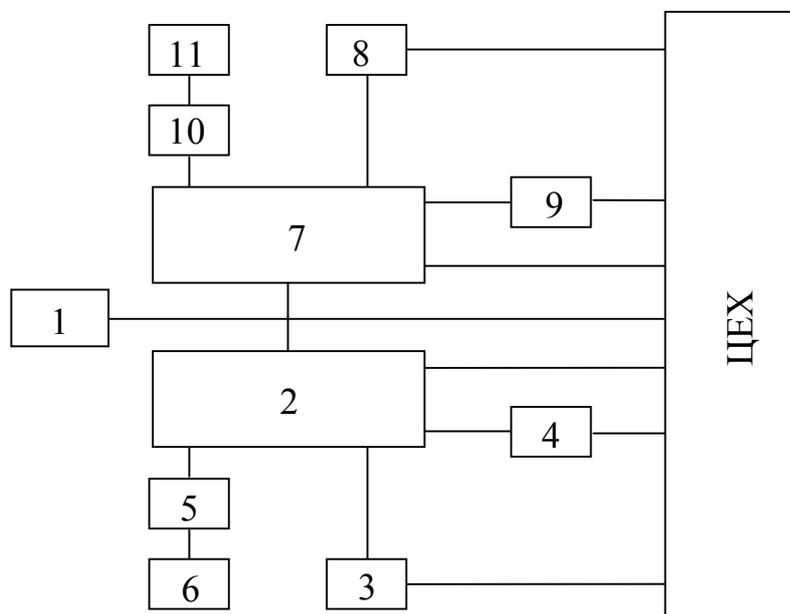


Рис. 2. Функциональная схема взаимосвязи санитарно-бытовых помещений: 1 - вестибюль; 2 - мужской гардероб; 3 - умывальник мужской; 4 - уборная мужская; 5 - преддушевая мужская; 6 - душ мужской; 7 - гардероб женский; 8 - умывальник женский; 9 - уборная женская; 10 - преддушевая женская; 11 - душевая женская

## ЗАДАЧА 2

Провести расчет общеобменной механической вентиляции в цехе при одновременном выделении в воздух рабочей зоны нескольких вредных веществ. Содержание вредных веществ в атмосферном воздухе принять равным 30% от предельно допустимой их концентрации в воздухе населенных пунктов (табл.4).

### УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ

1. Найдите значение предельно допустимых концентраций паров, указанных веществ 1, 2...i.

2. Принимая содержание вредных веществ 1, 2,...i в наружном атмосферном воздухе соответственно  $C_1=0,3 \text{ ПДК}_1$ ;  $C_2=0,3 \text{ ПДК}_2$ ;  $C_i=0,3 \text{ ПДК}_i$ , где  $\text{ПДК}_1$ ,  $\text{ПДК}_2$ ,  $\text{ПДК}_i$  - предельно допустимые концентрации веществ 1, 2...i в атмосферном воздухе населенных пунктов (табл. 4), определите воздухообмен ( $L_i$ ) для паров указанных веществ 1, 2,...i в отдельности, м<sup>3</sup>/ч.

$$L_i = \frac{G_i \cdot 10^3}{C_{\text{пдк}_i} - C_i}$$

где  $G_i$  – количество выделяющегося i-го вещества, г/ч;  
 $C_{\text{пдк}_i}$  – предельно допустимая концентрация паров i-го вещества в воздухе рабочей зоны (табл. 5), мг/ м<sup>3</sup>;  
 $C_i$  – концентрация паров i-го вещества в наружном воздухе (табл. 4), мг/ м<sup>3</sup>.

Таблица 4

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов

Вещества	Предельно допустимые концентрации, мг/м <sup>3</sup>	
	Максимальная	Среднесуточная
Амилацетат	0,1	0,1
Аммиак	0,2	0,2
Ацетон	0,35	0,35
Бензол	1,5	0,3
Бутилацетат	0,1	0,1
Бутиловый спирт	0,1	–
Ксилол	0,2	0,2
Стирол	0,003	0,003
Толуол	0,6	0,6
Фенол	0,01	0,01
Формальдегид	0,035	0,012

Таблица 5

Предельно допустимые концентрации вредных веществ  
в воздухе рабочей зоны

Вещества	Класс опасности	Предельно допустимая концентрация, мг/м <sup>3</sup>
Амилацетат	4	100
Аммиак	4	20
Ацетон	4	200
Бензол	2	5
Бутилацетат	4	200
Ксилол	3	50
Сероводород	2	10
Сероуглерод	2	10
Скипидар (в пересчете на С)	4	300
Спирт метиловый (метанол)	3	5
Спирт бутиловый	3	10
Стирол метилстирол	3	5
Толуол	3	50
Фенол	3	0,3
Формальдегид	2	0,5
Фтористый водород	2	0,5
Этилацетат	4	200

3. Определите максимальное количество воздуха ( $L$ ), м<sup>3</sup>/ч, которое необходимо заменить в рабочем помещении общеобменной вентиляцией при одновременном выделении всех вредных веществ

$$L = \sum L_i .$$

### ЗАДАЧА 3

Определить необходимую кратность воздухообмена в помещении объемом  $V_n$ , м<sup>3</sup>, если в него просачивается газ через неплотности аппарата объемом  $V_a$ , м<sup>3</sup>. Подаваемый воздух не содержит примесей.

#### УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ

1. Количество просачивающегося в помещение газа, ( $q$ ), кг/ч,

$$q = \eta c V_a \sqrt{\frac{M}{T}} ,$$

где  $\eta$  – коэффициент запаса;

$c$  – коэффициент, зависящий от давления внутри аппарата;

$V_a$  – объем аппарата, м<sup>3</sup>;

$M$  – молекулярная масса газа;

$T$  – абсолютная температура газа в аппарате, К.

2. Объем воздуха, отсасываемого из помещения, ( $L$ ), м<sup>3</sup>/ч,

$$L = \frac{q \cdot 10^6}{C_{\text{ПДК}}},$$

где  $C_{\text{ПДК}}$  – предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/ м<sup>3</sup> (табл. 5).

3. Кратность воздухообмена, ( $K$ ), раз/час

$$K = \frac{L}{V_n}.$$

4. Сделать вывод, и, если фактическая кратность воздухообмена общеобменной вентиляции больше нормативной (3-10 раз/час), дать рекомендации.

#### ЗАДАЧА 4

В цехе объемом  $V_1$  установлена расходная емкость объемом  $V_2$ . В ней при температуре 20°С и давлении  $P=760$  мм рт. ст. находятся насыщенные пары вещества. Определить возможность работы в цехе в случае аварии (выхода в цех вещества).

#### УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ

1. Концентрация насыщенных паров вещества в емкости ( $C$ ), г/л,

$$C = \frac{MP}{760V_t},$$

где  $M$  – молекулярная масса вещества;

$P$  – упругость насыщенного пара при данной температуре в аппарате, мм рт.ст;

$V_t$  – объем, занимаемый г/моль пара данной температуры  $t$  °С и давления;

2. Количество паров, находящихся в аппарате ( $q$ ), г,

$$q = CV_2 \cdot 10^3.$$

3. Концентрация паров в цехе в случае аварии ( $C_1$ ), мг/ м<sup>3</sup>,

$$C_1 = \frac{q \cdot 10^3}{V_1}.$$

4. Сравните полученную концентрацию, мг/ м<sup>3</sup>, с ПДК

$$C_1 \leq \text{ПДК}.$$

### ЗАДАЧА 5

Определить необходимую степень очистки воздуха от газов  $\eta$ , выбрасываемых в количестве  $Q$ , г/с, через трубу высотой  $H$ , м. Воздух холодный, поэтому возвышением струи над устьем трубы можно пренебречь, скорость ветра  $v$ , м/с. Предложить инженерное решение очистки воздуха.

#### УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ

1. Максимальная концентрация газа в приземном слое атмосферы ( $C_{\max}$ ), мг/м<sup>3</sup>,

$$C_{\max} = \frac{94q}{v_0 H^2},$$

где  $q$  – выброс загрязнителя в атмосферу, г/с;

$v_0$  – скорость ветра на высоте трубы, м/с;

$H$  – высота трубы, м.

2. Необходимая степень очистки газа перед выбросом ( $\eta$ )

$$\eta = 100 \frac{C_{\max} - C_{\text{ПДК}}}{C_{\max}},$$

где  $C_{\text{ПДК}}$  – предельно допустимая концентрация газа в атмосферном воздухе населенных пунктов (табл. 4).

3. Необходимая высота трубы, чтобы при тех же условиях выброса обойтись без очистных установок ( $H$ ), м,

$$H = \sqrt{\frac{94q}{v_0 C_{\text{ПДК}}}}.$$

### ЗАДАЧА 6

Определить уровни звукового давления на рабочем месте после установки акустического экрана  $L_{yi}$ , если уровни звукового давления в октавных полосах частот  $f$  до установки экрана равны  $L_i$ , размеры экрана  $H \times l$ , расстояние от источника шума до экрана –  $l_1$ , расстояние от источника шума до рабочего места –  $l_2$ , высота расположения центра источника шума от пола –  $d$ , расстояние от пола до уровня уха рабочего –  $h$ .

#### УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ

1. Вычертить в масштабе схему расположения экрана, источника шума и рабочего места.

2. По схеме определить углы звуковой тени  $\Theta$  и эффективные высоты экрана  $h_{\text{эф}}$  (как показано на рис.3) для каждого из направлений распро-

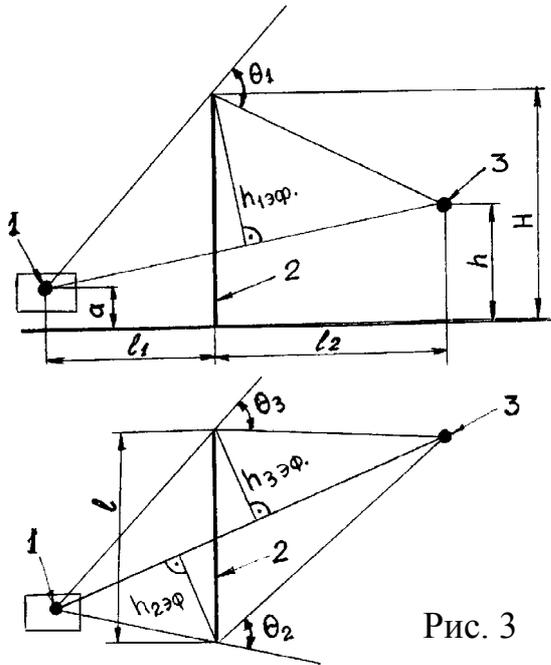


Рис. 3

странения звука от источника шума на рабочее место – соответственно  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$  и  $h_{1эф}, h_{2эф}, h_{3эф}$ .

3. По графику (рис.4) определить значения эффективности экрана в каждом из направлений распространения звука от источника шума  $\Delta L_{экp1i}, \Delta L_{экp2i}, \Delta L_{экp3i}$  – соответственно для значений  $\theta_1$  и  $h_{1эф}/\lambda; \theta_2$  и  $h_{2эф}/\lambda; \theta_3$  и  $h_{3эф}/\lambda$ .

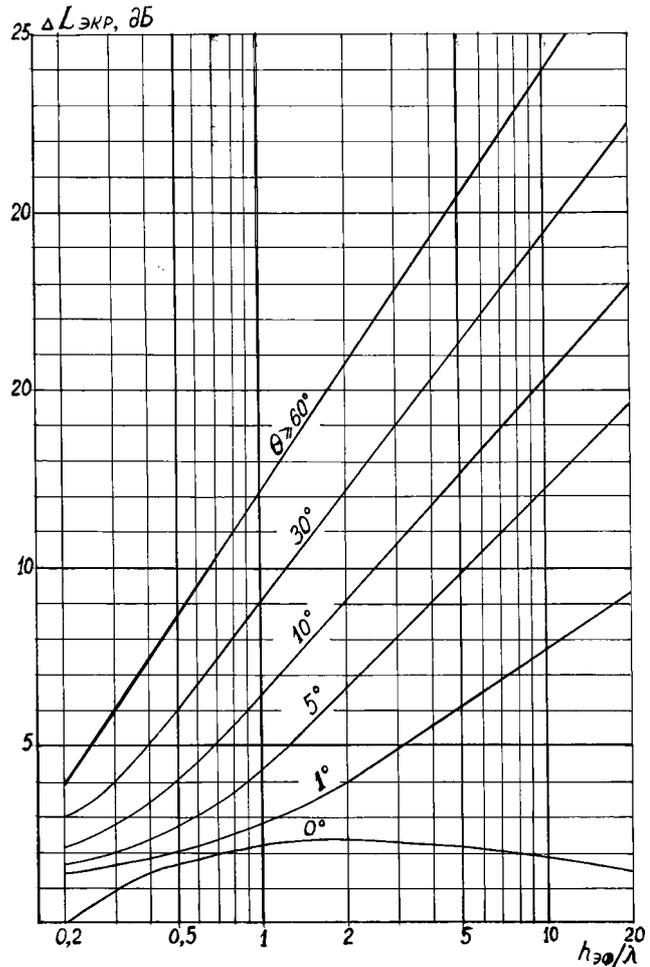


Рис.4

Значения длины звуковой волны в воздухе для различных частот следующие:

Частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$\lambda$ , м	5,5	2,75	1,38	0,69	0,345	0,175	0,086	0,043

4. Эффективность экрана (разность уровней звукового давления, измеренных в одной и той же точке до и после установки экрана,  $\Delta L_{экp i}$ ), дБ, определяется по формуле

$$\Delta L_{экp i} = 10 \lg \frac{1}{10^{-0,1\Delta L_{экp1i}} + 10^{-0,1(\Delta L_{экp2i}+3)} + 10^{-0,1(\Delta L_{экp3i}+3)}}$$

5. Уровни звукового давления в октавных полосах частот на рабочем месте после установки экрана  $L_{yi}$ , дБ, определяются:

$$L_{yi} = L_i - \Delta L_{экp.i}$$

## ЗАДАЧА 7

Подобрать звукопоглощающий материал и определить длину глушителя вентиляционного шума, необходимую для снижения шума до нормативного значения, если канал, по которому распространяется шум, имеет сечение  $b \times h$ , октавные уровни звукового давления имеют значения  $L_{63} \dots L_{8000}$ .

### УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ

1. Выбирается звукопоглощающий материал (ЗПМ) для облицовки глушителя.

Применяемый в глушителях ЗПМ должен обладать высоким звукопоглощением в требуемом диапазоне частот, т.е. характер изменения коэффициентов звукопоглощения ЗПМ в октавных полосах частот должен быть подобен частотной характеристике требуемого снижения шума  $\Delta L_{mpi} = L_i - L_{doni}$ . Значения  $L_{doni}$  даны в таблице.

#### Определение требуемого снижения шума

Частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{don}$ , дБ	99	92	86	83	80	78	76	74
$L_i$ , дБ								
$\Delta L_{mpi}$ , дБ								

Рекомендуемый перечень материалов, применение которых позволяет решать задачи снижения производственного шума с учетом обеспечения гигиенических требований и условий пожарной безопасности, и их коэффициенты звукопоглощения приведены в прил. 1.

2. Рассчитывается требуемая длина глушителя в каждой октавной полосе частот:

$$l = \frac{\Delta L_{mpi} S}{1,09 \varphi(\alpha) \Pi},$$

где  $l$  – длина облицованной части канала, м;

$\Pi$  – периметр канала, м;

$S$  – площадь поперечного сечения канала, м<sup>2</sup>;

$\varphi(\alpha)$  – коэффициент в функции звукопоглощения в диффузном звуковом поле:

$\alpha$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$\varphi(\alpha)$	0,1	0,2	0,35	0,5	0,65	0,9	1,2	1,6	2,0	4,0

Длина глушителя принимается по наибольшему из полученных расчетов значений.

## ЗАДАЧА 8

Определить уровни звукового давления в центре производственного помещения после звукопоглощающей облицовки потолка и половины площади стен, если размеры помещения: длина  $l$ , ширина  $b$ , высота  $h$ . Материал облицовки подобрать исходя из требуемого снижения шума, задавшись уровнями звукового давления по таблице к задаче 7 домашнего задания.

### УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ

1. Выбирается звукопоглощающий материал (ЗПМ) для облицовки ограждающих конструкций помещения. Звукопоглощающий материал должен обладать высоким звукопоглощением в требуемом диапазоне частот, т.е. характер изменения коэффициентов звукопоглощения ЗПМ в октавных полосах частот должен быть подобен частотной характеристике требуемого снижения шума

$$\Delta L_{mpi} = L_i - L_{doni}. \quad (8.1)$$

Рекомендуемый перечень звукопоглощающих материалов и их коэффициенты звукопоглощения приведены в прил. 1.

2. Площадь ограждающих поверхностей помещения,  $m^2$ ,

$$S = 2S_1 + 2S_2 + 2S_3, \quad (8.2)$$

где  $S_1$  – площадь одной стены,  $S_1 = b \times h$ ,  $m^2$ ;

$S_2$  – площадь другой стены,  $S_2 = l \times h$ ,  $m^2$ ;

$S_3$  – площадь потолка или пола,  $S_3 = l \times b$ ,  $m^2$ .

3. Площадь облицованных стен и потолка,  $m^2$ ,

$$S_{обл} = 2\left(l \frac{h}{2}\right) + 2\left(b \frac{h}{2}\right) + S_3. \quad (8.3)$$

4. Постоянная помещения  $B$ ,  $m^2$ , в октавных полосах частот

$$B_i = B_{1000} \cdot \alpha, \quad (8.4)$$

где  $B_{1000}$  – постоянная помещения,  $m^2$ , на среднегеометрической частоте 1000 Гц, определяемая в зависимости от объема  $V$ ,  $m^3$ , и типа помещения.

Тип помещения	Описание помещения	Постоянная помещения $B_{1000}$ , $m^2$
1	Помещения с небольшим количеством людей (металлообрабатывающие цехи, венткамеры, генераторные машинные залы, испытательные стенды и т.п.)	$\frac{V}{20}$

Тип помещения	Описание помещения	Постоянная помещения $V_{1000}, \text{м}^2$
2	Помещения с жесткой мебелью и большим количеством людей или с небольшим количеством людей и мягкой мебелью (лаборатории, деревообрабатывающие цехи, кабинеты и т.п.)	$\frac{V}{10}$
3	Помещения с большим количеством людей и мягкой мебелью (рабочие помещения зданий управлений, залы конструкторских бюро, аудитории учебных заведений, читальные залы библиотек и т.п.)	$\frac{V}{6}$

$\mu$  – частотный множитель, определяемый в зависимости от объема помещения  $V, \text{м}^3$ .

Объем помещения, $\text{м}^3$	Частотный множитель $\mu$ на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$V < 200$	0,8	0,75	0,7	0,8	1,0	1,4	1,8	2,5
$V = 200 \dots 1000$	0,55	0,62	0,64	0,75	1,0	1,55	2,4	4,2
$V > 1000$	0,5	0,5	0,55	0,7	1,0	1,6	3,0	6,0

5. Эквивалентная площадь звукопоглощения,  $\text{м}^2$ ,

$$A_i = \frac{B_i S}{B_i + S} = \frac{B_i}{\frac{B_i}{S} + 1}. \quad (8.5)$$

6. Средний коэффициент звукопоглощения

$$\bar{\alpha}_i = \frac{B_i}{B_i + S}. \quad (8.6)$$

7. Величина суммарного добавочного поглощения, вносимого конструкцией звукопоглощающей облицовки,  $\text{м}^2$ ,

$$\Delta A_i = \alpha_{обл} \cdot S_{обл}. \quad (8.7)$$

8. Эквивалентная площадь звукопоглощения поверхностями, не занятыми звукопоглощающей облицовкой,  $\text{м}^2$ ,

$$A_{li} = \bar{\alpha}_i (S - S_{обл}). \quad (8.8)$$

9. Средний коэффициент звукопоглощения акустически обработанного помещения

$$\bar{\alpha}_{1i} = \frac{A_1 + \Delta A}{S}. \quad (8.9)$$

10. Постоянная помещения после его акустической обработки, м<sup>2</sup>,

$$B_{1i} = \frac{A_i + \Delta A_i}{1 - \overline{\alpha}_{1i}}. \quad (8.10)$$

11. Величина снижения уровней звукового давления в производственном помещении, дБ,

$$\Delta L_i = 10 \lg \left( \frac{B_{1i}}{B_i} \right). \quad (8.11)$$

12. Расчет свести в таблицу.

Величина	Ед. изм.	Ссылка	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Уровень звукового давления в цехе, $L_i$	дБ	Табл. 10 "вариантов заданий"									
Допустимый уровень по ГОСТ 12.1.003-76, $L_{doni}$	дБ		99	92	86	83	80	78	76	74	
Превышение допустимых уровней звукового давления (требуемое снижение)	дБ	(8.1)									
$B_{1000}$	м <sup>2</sup>	стр. 18									
$\mu$		стр. 19									
$B_i$	м <sup>2</sup>	(8.4)									
$S$	м <sup>2</sup>	(8.2)									
$S_{obl}$	м <sup>2</sup>	(8.3)									
$B_i/S$											
$A_i$	м <sup>2</sup>	(8.5)									
$\overline{\alpha}_i$		(8.6)									
$\alpha_{облi}$		Прил. 1									
$\Delta A_i$	м <sup>2</sup>	(8.7)									
$A_{1i}$	м <sup>2</sup>	(8.8)									
$A_{1i} - \Delta A_i$	м <sup>2</sup>										
$\overline{\alpha}_{1i}$		(8.9)									
$1 - \overline{\alpha}_{1i}$											
$B_{1i}$	м <sup>2</sup>	(8.10)									
$B_{1i}/B_i$											
$\Delta L_i$	дБ	(8.11)									

## ЗАДАЧА 9

Заданы уровни звукового давления и звука от точечного источника шума (промышленный объект) на расстоянии 2 м от него (табл. 13 "вариантов заданий"). Определить уровень шума на расстоянии  $r$  от источника до рассматриваемого объекта и соответствие этого уровня нормативным требованиям. Подобрать конструкцию шумозащитного экрана из зеленых насаждений. Расчет произвести для каждой из 8 октавных полос и представить по форме, приведенной в таблице.

### УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ

1. Рассчитать уровни звукового давления  $L$ , (дБ) по октавным полосам частот на расстоянии  $r$  от промышленного объекта (точечного источника шума) по формуле

$$L = L_o - 20 \lg r/r_o,$$

где  $L_o$  – уровень звукового давления на расстоянии 2 м от промышленного объекта, дБ;

$r$  – расстояние от источника шума до рассматриваемого объекта, м;  
 $r_o = 2$  м.

2. Для данного рассматриваемого объекта определить нормативные значения уровней звукового давления ( $L_n$ ) в соответствии с табл.6

Таблица 6

Допустимые уровни звукового давления и звука для времени суток с 7 до 23 часов (в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96)

Помещения и территории	Уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах частот, Гц								Уровень звука, дБА	Нормативный документ
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Территория жилой застройки, площадки отдыха микрорайонов, площадки детских дошкольных учреждений, участки школ	75	66	59	54	50	47	45	44	55	СН 2.2.4/2.1.8. 562-96
Территории больниц, санаториев, непосредственно прилегающие к зданию	67	57	49	44	40	37	35	33	45	СН 2.2.4/2.1.8. 562-96
Рабочие места производственных помещений	94	87	81	78	75	73	71	69	80	ГОСТ 12.1.003-83

3. Определить превышения уровней шума  $\Delta L$  (дБ) над нормативными требованиями по формуле

$$\Delta L = L - L_n ,$$

где  $L$  – уровень звукового давления по октавным полосам частот на территории рассматриваемого объекта, дБ;

$L_n$  – нормативные значения уровней для рассматриваемого объекта, дБ.

4. Подобрать ширину и конструкцию шумозащитного экрана из зеленых насаждений на основании данных табл. 7 и 8.

Определить его эффективность  $\Delta L_s$ , из выражения

$$\Delta L_s = M h ,$$

где  $M$  – акустическая эффективность лесозащитной полосы на метр ширины, дБ/м (см. табл. 7);

$h$  – ширина лесозащитной полосы, м.

При выборе ширины полосы необходимо руководствоваться возможностью обеспечения выполнения нормативных требований на территории рассматриваемого объекта.

5. Рассчитать уровень шума (дБ) на территории рассматриваемого объекта при наличии экранирования зелеными насаждениями по формуле

$$L_s = L - \Delta L_s ,$$

где  $L$  – уровни звукового давления на территории рассматриваемого объекта, дБ;

$\Delta L_s$  – акустическая эффективность экранирования шума зелеными насаждениями, дБ.

6. Результаты расчетов свести в табл. 9, а также представить графически. Для этого на оси ординат отложить уровни звукового давления  $L$ , дБ, а на оси абсцисс – среднегеометрические частоты октавных полос  $f$ , Гц. Изобразить три ломаные: 1 – уровни звукового давления на территории рассматриваемого объекта до экранирования  $L$ , дБ; 2 - нормативные уровни звукового давления  $L_n$ , дБ; 3 – уровни звукового давления на территории рассматриваемого объекта при наличии экранирования  $L_s$ , дБ.

Начертить схему расположения промышленного и рассматриваемого объектов и проектируемую полосу посадок.

Сделать вывод об эффективности рассчитанного мероприятия (шумозащитной полосы).

В случае необходимости дать свои рекомендации по нормализации шума на рассматриваемом объекте.

Таблица 7  
Акустическая эффективность лесозащитных полос, дБ/м

Вид зеленых насаждений	Акустическая эффективность (дБ/м) в октавных полосах частот, Гц								Шкала А
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Сосна	0,05	0,07	0,1	0,1	0,015	0,016	0,017	0,019	0,015
Ель	0,06	0,08	0,11	0,1	0,18	0,16	0,15	0,27	0,18
Лиственный лес	0,02	0,03	0,05	0,06	0,09	0,13	0,19	0,20	0,14

Таблица 8  
Эффективность снижения шума шумозащитными полосами  
зеленых насаждений

Конструкция шумозащитной полосы	Ширина, м	Эффективность снижения шума, дБА
Однорядная полоса с двухрядной живой изгородью на переднем плане	10 - 14	4 - 5
Шахматная посадка деревьев внутри полосы	14 - 20	5 - 8
Двухрядная полоса с разрывами 3 м, полосы аналогичны предыдущим	20 - 30	8 - 10
Двух- или трехрядные полосы с разрывами 3 м, полосы аналогичны предыдущим	25 - 30	10 - 12

Таблица 9  
Форма представления расчетов

Величина	Октавные полосы частот, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_0$ , дБ								
$20 \lg \frac{r}{r_0}$ , дБ								
$L = L_0 - 20 \lg \frac{r}{r_0}$ , дБ								
$L_N$ , дБ								
$\Delta L = L - L_N$ , дБ								
$M$ , дБ/м								
$\Delta L_2 = Mh$ , дБ								
$L_2 = L - \Delta L_2$ , дБ								

### ЗАДАЧА 10

Рассчитать резиновые виброизоляторы под вентиляционный агрегат, если вес агрегата  $P$ , число оборотов ротора –  $n$ .

#### УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ

1. Зная частоту возбуждающей силы (основную оборотную частоту  $f = n/60$ , где  $n$  - число оборотов ротора в минуту), находим допустимую собственную частоту системы:

$$f_o = f/m,$$

где:  $m = 3...4$  – оптимальное соотношение между частотой возбуждающей силы и собственной частотой колебаний системы, обеспечивающее достаточно эффективную виброизоляцию.

2. Необходимая площадь резиновых виброизоляторов

$$S_c = \frac{P}{[G]},$$

где  $P$  – вес агрегата, Н.

$[G]$  – допускаемое напряжение в резине;  $[G] = (3...5)10^5$  Па, (при твердости по Шору – 60 и модуле упругости  $E_{cm} = 5 \cdot 10^6$  Па),

3. Задавшись числом виброизоляторов  $n$ , определяют площадь каждого из них ( $S$ ), м<sup>2</sup>:

$$S = \frac{S_c}{n}$$

и поперечный размер прокладки (диаметр  $D$  или сторону квадрата  $B$ ), м:

$$B = \sqrt{S}; \quad D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}.$$

4. Рабочая толщина виброизолятора ( $h_p$ ), м:

$$h_p = \frac{X_{cm} E_{cm}}{[G]},$$

где  $X_{cm}$  – статическая осадка виброизолятора;

$$X_{cm} = \frac{g}{(2\pi f_o)^2},$$

где  $g$  – ускорение свободного падения;  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>;

$E_{cm}$  – статический модуль упругости резины;  $E_{cm} = (4...5) \cdot 10^6$  Па.

5. Полная толщина виброизолятора ( $h$ )

$$h = h_p + \frac{B}{8}.$$

Если окажется, что  $h > 1,2B$  или  $h_p < B/8$ , то нужно соответственно изменить число виброизоляторов или сорт резины и повторить расчет.

6. Эффективность виброизоляции ( $\Delta L$ ), дБ,

$$\Delta L = 20 \lg \frac{1}{KП};$$

где  $KП$  - коэффициент передачи,

$$KП = \frac{1}{\left(\frac{f}{f_0}\right)^2 - 1}.$$

7. Составить схему размещения виброизоляторов.

### ЗАДАЧА 11

Рассчитать защитное заземление стационарных электроустановок в сетях напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью.

#### УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ

В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) для сетей с изолированной нейтралью и напряжением до 1000 В сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

Заземляющим устройством называется совокупность заземлителя и заземляющих проводников. Заземлитель - металлический проводник (электрод), находящийся в соприкосновении с землей. Заземляющий проводник - металлический элемент, соединяющий между собой заземлители.

По месту размещения заземляющие устройства подразделяются на выносные и контурные.

Выносное заземляющее устройство характеризуется тем, что заземлитель вынесен за пределы площадки, на которой размещено оборудование, или сосредоточен лишь на некоторой части этой площадки.

Контурное заземляющее устройство характеризуется тем, что электроды размещаются по периметру площадки, на которой находится заземляемое оборудование.

В задаче рассчитывают только искусственное заземляющее устройство. В качестве искусственных заземлителей применяют обычно вертикальные или горизонтальные электроды.

#### ПОРЯДОК РАСЧЕТА

1. По типу заземлителя, данному в исходных данных, выбирают расчетную формулу в табл.10 сопротивления одиночного заземлителя растеканию тока ( $R$ ).

2. В принятую формулу подставляют заданное удельное сопротивление грунта ( $\rho$ ). При этом в качестве расчетного берут наибольшее возможное в течение года значение удельного сопротивления грунта, т.е. ориентируются на худший случай. Для производственных расчетов используются значения удельных сопротивлений грунтов, полученные натурными измерениями сопротивлений грунтов на том участке, где будет сооружаться заземление.

3. В расчетную формулу подставляют параметры, характеризующие заземлитель, такие как:

- длина вертикальных электродов ( $l$ ) – принимается любое значение в диапазоне от 1 до 5 м;
- длина горизонтальных заземлителей ( $l$ ) – принимается из ряда чисел: 10, 15, 25, 50 м;
- диаметр для пруткового материала ( $d$ ) – принимают любое значение в интервале 0,050...0,100 м;
- ширина полосы ( $b$ ) – любое значение не менее 0,012 м при толщине материала не менее 0,004 м.

4. При расчете заземлителей, расположенных в земле, глубина заложения принимается ( $t_0$ ) 0,3...0,8 м.

5. Определяют число заземлителей ( $n$ ) шт., пользуясь эталонной величиной сопротивления заземляющего устройства (4 Ом) по формуле

$$n = \frac{R}{4}.$$

6. Выбирают место размещения: выносное в ряд или контурное.

7. Уточняют сопротивления одиночного электрода ( $R_{в.о.}$  или  $R_{г.о.}$ ) с учетом взаимного влияния электродов по формуле:

- для вертикальных электродов, включая кольцо, круглую пластину и прямоугольную, поставленную ребром:

$$R_{в.о.} = \frac{R}{n\eta_в},$$

где:  $n_в$  – коэффициент использования вертикальных электродов, принимается по табл.11 с учетом отношения расстояний между электродами  $a$  к их длине  $l$ . Отношение  $a/l = 1, 2, 3...$

- для горизонтальных электродов

$$R_{г.о.} = \frac{R}{n\eta_г},$$

где:  $n_г$  – коэффициент использования параллельно уложенных горизонтальных электродов, принимается по табл.12 с учетом того, что расстояние между полосами  $a$  задается любое из ряда чисел: 1; 2,5; 5; 10; 15 м.

8. Определяют сопротивление растеканию заземляющего проводника  $R_{zn}$ , соединяющего электроды между собой. В качестве заземляющего проводника выбирается горизонтальный проводник полосового сечения или круглого сечения с учетом расположения его в земле. Так, например, при расположении заземляющего проводника у поверхности земли выбирается формула 3 или 5 табл. 10. При расположении проводника в земле выбирается формула 4 или 6 табл. 10.

При этом, длину горизонтального заземляющего проводника ( $L_p$  или  $L_k$ ) рассчитывают по формулам:

– для расположения соединяемых электродов в ряд:

$$L_p = 1,05 a (n - 1) ,$$

– для расположения соединяемых электродов по контуру (более 20 шт):

$$L_k = 1,05 a n ,$$

где  $a$  – расстояние между электродами, которое находят в соответствии с п.7.

9. Из табл.13 выбирают коэффициент использования заземляющего проводника  $\eta_{z.n.}$  и рассчитывают сопротивление проводника с учетом влияния электродов.

$$R_{z.n.} = \frac{R_{z.o.}}{\eta_{z.n.}}$$

Этот расчет выполняют для всех электродов, кроме горизонтальных.

10. Вычисляют результирующее сопротивление растеканию группового заземлителя ( $R_{zp}$ ) по формуле:

– для группового заземлителя, состоящего из вертикальных стержневых электродов и соединяющего их заземляющего проводника:

$$R_{zp} = \frac{R_{г.о.} R_z}{R_{г.о.} + R_z} ,$$

– для группового заземлителя, состоящего из горизонтальных стержневых электродов и соединяющего их заземляющего проводника:

$$R_{zp} = \frac{R_{z.o.} R_z}{R_{z.o.} + R_z}$$

11. Сравнивают результирующее сопротивление с нормативным значением:

$$R_{zp} < 4.$$

Если условие не выполняется, то изменяют параметры заземлителя в большую сторону и проводят повторный расчет. Если условие выполняется, то делают рисунок схемы заземляющего устройства и вывод.

## ПРИМЕР

Рассчитать защитное заземление электроустановок в стационарных сетях напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью при следующих условиях:

- тип заземлителя – протяженный полосовой в земле;
- тип грунта – песок;
- удельное сопротивление грунта ( $\rho$ ) 400...700 Ом·м.

## РЕШЕНИЕ

1. Из табл.10 выбираем формулу 4

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l^2}{2bt_0 + bt};$$

2. Удельное сопротивление грунта  $\rho = 700$  Ом м.

3. Длину горизонтального электрода принимаем из ряда чисел: 10, 15, 25, 50 м.  $l = 15$  м.

Ширину электрода  $b$  принимаем равной 20 мм при толщине  $t$  равной 4 мм:  $b = 0,020$  м;  $t_0 = 0,004$  м.

4. Глубину заложения  $t_0$  принимаем в интервале 0,3...0,8 м.  $t_0 = 0,5$  м.

5. Подставляем в формулу принятые значения и определяем сопротивление растеканию тока.

$$R = \frac{700}{2\pi \cdot 15} \ln \frac{4 \cdot 15^2}{2 \cdot 0,02 \cdot 0,5 + 0,02 \cdot 0,004} = 79,5 \text{ Ом.}$$

6. Определим число заземлителей

$$n = \frac{R}{4} = \frac{79,5}{4} = 19,8 \text{ шт., } n = 20 \text{ шт.}$$

7. Уточняем сопротивление одиночного электрода с учетом взаимного влияния электродов, для чего, задавшись расстоянием между электродами  $a = 10$  м, найдем в табл.12 коэффициент  $\eta_z = 0,57$ .

$$R_{zo} = \frac{R}{n\eta_z} = \frac{79,5}{20 \cdot 0,57} = 6,97 \text{ Ом.}$$

8. Определим сопротивление растеканию заземляющего проводника  $R_z$ , соединяющего электроды между собой.

В качестве заземляющего проводника принимаем полосу сечением 0,02 x 0,004 мм (в целях унификации с электродами, что приемлемо только для данного случая).

Вычислим длину заземляющего проводника:

$$L = 1,05 a (n - 1) = 1,05 \cdot 10 \cdot (20 - 1) = 199,5 \text{ м}$$

Формулу для расчета возьмем из табл.10 п.4

$$R_2 = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{4L^2}{2bt_0 + bt} = \frac{700}{2\pi \cdot 199,5} \ln \frac{4 \cdot 199,5^2}{2 \cdot 0,02 \cdot 0,5 + 0,02 \cdot 0,004}$$

$$R_2 = 8,87 \text{ Ом.}$$

9. Вычислим результирующее сопротивление:

$$R_{zp} = \frac{R_{z.o.} \cdot R_2}{R_{z.o.} + R_2} = \frac{6,97 \cdot 8,87}{6,97 + 8,87} = 3,9 \text{ Ом.}$$

10. Сравним результирующее сопротивление с нормативным:

$$R_{zp} < 4 \text{ Ом,} \quad 3,9 < 4 \text{ Ом.}$$

Условие выполнено.

11. Изобразим схему заземления.

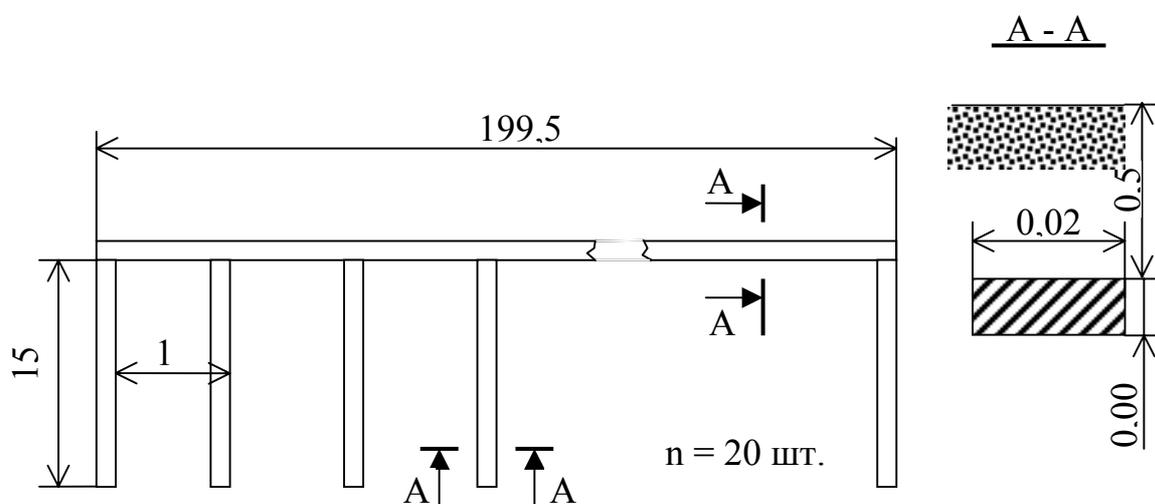


Схема заземления в плане

## ВЫВОД

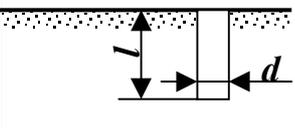
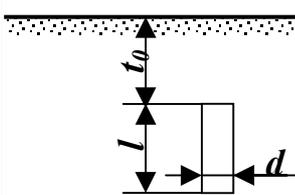
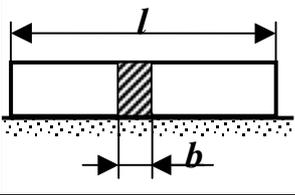
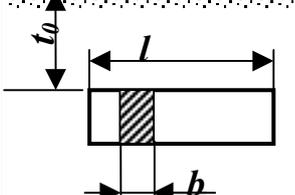
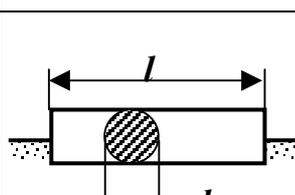
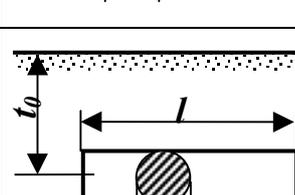
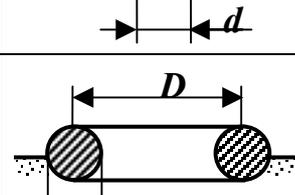
1. Заземляющее устройство располагаем на глубине  $t_0 = 0,5$  м в песке с удельным сопротивлением  $\rho = 700$  Ом·м.

2. Электроды в количестве 20 шт., выполненные из полосы сечением 0,02 x 0,004 м длиной 15 м, расположим плашмя горизонтально на расстоянии 10 м друг от друга.

3. Заземляющий проводник уложен плашмя на электроды и приварен к ним. Сечение проводника равно 0,02 x 0,004 м. Общая длина проводника 200 м, набирается сваркой встык из отдельных отрезков проводника.

Таблица 10

Формулы для вычисления сопротивления одиночных  
заземлителей растеканию тока в однородном грунте

Тип заземлителя	Схема	Формула	Условия применения
1	2	3	4
1. Трубчатый или стержневой у поверхности земли		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$	$d \geq 0,06 \text{ м}$ $l \gg d$
2. То же в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + - \ln \frac{4t_0 + 3l}{4t_0 - l} \right)$	$d \geq 0,06 \text{ м}$ $t_0 = 0,3 \dots 0,8 \text{ м}$ $l \gg d$
3. Протяженный полосовой на поверхности земли		$R = \frac{\rho}{\pi l} \ln \frac{4l}{b}$	$b \geq 0,012 \text{ м}$ $l \gg b$
4. То же в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l^2}{2bt_0 + bt}$	$t \geq 0,04 \text{ м}$ $b \geq 0,012 \text{ м}$ $t_0 = 0,3 \dots 0,8 \text{ м}$ $l \gg b$
5. Протяженный круглого сечения (труба, кабель и т.п.) на поверхности земли		$R = \frac{\rho}{\pi l} \ln \frac{2l}{d}$	$d \geq 0,06 \text{ м}$ $l \gg d$
6. То же в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{d^2 + 2dt_0}$	$d \geq 0,06 \text{ м}$ $t_0 = 0,3 \dots 0,8 \text{ м}$ $l \gg d$
7. Кольцевой на поверхности земли		$R = \frac{\rho}{\pi^2 D} \ln \frac{\rho D}{d}$	$d \geq 0,06 \text{ м}$ $D = 0,2 \dots 2 \text{ м}$

Окончание табл. 10

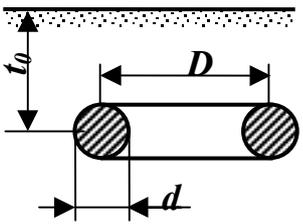
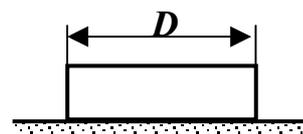
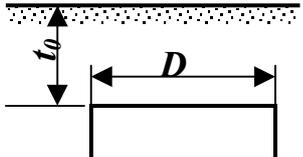
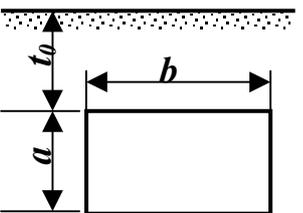
1	2	3	4
8. То же в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \ln \frac{8\pi D^2}{2dt_0 + d}$	$d \geq 0,06 \text{ м}$ $D = 0,6...2 \text{ м}$ $t_0 = 0,3...0,8 \text{ м}$
9. Круглая пластина на поверхности земли		$R = \frac{\rho}{2D}$	$D = 1,5...2 \text{ м}$
10. То же в земле		$R = \frac{\rho}{4D} \left( 1 + \frac{2}{\pi} \times \arcsin \frac{D}{\sqrt{16t_0^2 + D^2}} \right)$	$t_0 = 0,3...0,8 \text{ м}$ $D = 0,06 \text{ м}$
11. Пластиноччатый в земле (пластина поставлена на ребро)		$R = \frac{\rho}{2\pi a} \left( \ln \frac{4a}{b} + \frac{a}{4t_0} \right)$	$a \leq 0,6 \text{ м}$ $b = 2a$

Таблица 11

Коэффициенты использования  $\eta_v$  вертикальных электродов группового заземлителя (труб, уголков, пластин) без учета влияния полосы связи

Число заземлителей	Отношение расстояния между электродами ( $a$ ) к их длине $l$					
	$a/l=1$	$a/l=2$	$a/l=3$	$a/l=1$	$a/l=2$	$a/l=3$
	электроды размещены в ряд			электроды размещены по контуру		
2	0,85	0,91	0,94	—	—	—
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,87	0,85
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,80
10	0,59	0,74	0,81	0,56	0,68	0,76
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71
40	—	—	—	0,41	0,58	0,66
60	—	—	—	0,39	0,55	0,64
100	—	—	—	0,36	0,52	0,62

Таблица 12

Коэффициенты использования  $\eta$ , параллельно уложенных горизонтальных полосовых электродов группового заземлителя

Длина каждой полосы, м	Число параллельных полос	Расстояние между параллельными полосами, м				
		1	2,5	5	10	15
15	2	0,63	0,75	0,83	0,92	0,96
	5	0,37	0,49	0,60	0,73	0,79
	10	0,25	0,37	0,49	0,64	0,72
	20	0,16	0,27	0,39	0,57	0,64
25	5	0,35	0,45	0,55	0,66	0,73
	10	0,23	0,31	0,43	0,57	0,66
	20	0,14	0,23	0,33	0,47	0,57
50	2	0,60	0,69	0,78	0,83	0,93
	5	0,33	0,40	0,48	0,58	0,65
	10	0,20	0,27	0,35	0,46	0,53
	20	0,12	0,19	0,25	0,36	0,44

Таблица 13

Коэффициенты использования  $\eta_{zn}$  горизонтального заземляющего проводника, соединяющего вертикальные электроды (круг, трубы, пластины)

Отношение расстояний между вертикальными электродами к их длине, $a/l$	Число вертикальных электродов							
	2	4	6	10	20	40	60	100
	Вертикальные электроды в ряд							
1	0,85	0,77	0,72	0,62	0,42			
2	0,94	0,89	0,84	0,75	0,56			
3	0,96	0,92	0,88	0,82	0,68			
	Вертикальные электроды по контуру							
1		0,45	0,40	0,34	0,27	0,22	0,20	0,19
2		0,55	0,48	0,40	0,32	0,29	0,27	0,23
3		0,70	0,64	0,56	0,45	0,39	0,36	0,33

## ЗАДАЧА 12

Для цеха (см. исходные данные к задаче № 1), размерами которого задаться исходя из данных к задаче № 1, определить:

- категорию производства по пожарной опасности;
- требуемую степень огнестойкости здания;
- допустимую этажность, площадь этажа между противопожарными стенами и объем здания;
- количество и вид первичных средств пожаротушения;
- класс помещения по взрыво-пожароопасности согласно ПУЭ;
- исполнение электрооборудования, тип и вид исполнения электропроводки;
- необходимые расходы воды на внутреннее и наружное пожаротушение.

### УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ

1. Для заданного производственного помещения и соответствующего его назначению технологического процесса определить категорию пожарной опасности (табл.14). Привести обоснование сделанного выбора.

2. Для принятой этажности и площади этажа между противопожарными стенами определить требуемую степень огнестойкости здания (табл.15).

3. Для требуемой степени огнестойкости здания определить требуемый предел огнестойкости и группу возгораемости строительных конструкций (табл.16, 17). Дать перечень конкретных строительных материалов, которые могут быть применены для здания требуемой степени огнестойкости. Описать методы повышения огнестойкости строительных конструкций.

4. Определить для рассматриваемого производственного здания расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода, длину и ширину эвакуационных путей (табл. 18, 19, 20).

5. Определить вид и количество первичных средств пожаротушения (табл. 21, 22).

6. Для заданного производственного помещения и соответствующего его назначению технологического процесса определить класс по ПУЭ (табл. 23). Привести обоснование сделанного выбора.

7. Для требуемого класса по ПУЭ назначить необходимый тип электропроводки, а также тип исполнения для применяемого в данном помещении электрооборудования (табл. 24, 25).

8. Определить требуемую емкость пожарного водоема для наружного пожаротушения ( $Q_n$ ), м<sup>3</sup>, по формуле:

$$Q_n = 3,6 \cdot q \cdot n \cdot T, \text{ м}^3,$$

где:  $q$  – расход воды на один пожар, л/с; (табл.26)

$n$  – расчетное количество одновременных пожаров:

$n = 1$  при площади предприятия до 150 га;

$n = 2$  при площади более 150 га;

$T$  – продолжительность тушения пожара;  $T = 3$  часа;  
(для зданий I и II степеней огнестойкости категорий Г и Д –  
 $T = 2$  ч).

9. Определить количество водоемов  $n$  по формуле (шт.)

$$n = A / 2R,$$

где  $A$  – протяженность объекта, м;

$R$  – радиус действия пожарной техники. Для автонасосов  $R = 200$  м, для мотопомп 100 - 150 м, при наличии ручных пожарных насосов 100 м.

10. Определить требуемый расход воды для внутреннего пожаротушения ( $Q_{вн}$ ), по формуле

$$Q_{вн} = \frac{q n t 60}{1000}, \text{ м}^3$$

где  $q$  - расход воды на одну струю, л/с, (табл.27)

$n$  - число струй, (табл.27)

$t$  - время тушения пожара, мин,  $t = 10$  мин.

Таблица 14

**Категории помещений  
по взрывной и пожарной опасности (НПБ 105-03)**

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки 28°С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В пожароопасная	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Таблица 15

Степень огнестойкости зданий, допустимое число этажей и площадь этажа здания в пределах пожарного отсека

Категория	Допустимое число этажей	Степень огнестойкости	Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м <sup>2</sup> зданий		
			одноэтажных	многоэтажных	
				в 2 этажа	в 3 этажа и более
1	2	3	4	5	6
А, Б	6	I	Не ограничивается		
А,Б (за исключением зданий нефтеперерабатывающей, газовой, химической, нефтехимической промышленности)	6	II	5200	То же	-
	1	IIIa			
А - здания нефтеперерабатывающей, газовой, химической и нефтехимической промышленности	6	IIIa	Не ограничивается	5200	3500
	1		3500	-	-
Б - здания нефтеперерабатывающей, газовой, химической и нефтехимической промышленности	6	II	Не ограничивается	10400	7800
	1	IIIa	3500	-	-
В	8	I, II	Не ограничивается		
	3	III	5200	3500	2600
	2	IIIa	25000	10400**	-
	1	IIIб	15000	-	-
	2*	IVб	2600	2000	-
	2	IV	2600	2000	-
	1	V	1200	-	-
Г	10	I, II	Не ограничивается		
	3	III	6500	5200	3500
	6	IIIa	Не ограничивается	-	-
	1	IIIб	20000	-	-
	2*	IVa	6500	5200	-
	2	IV	3500	2600	-

Окончание табл. 15

1	2	3	4	5	6
Д	10	I, II	Не ограничивается	-	-
	3	III	7800	6500	3500
	6	IIIa	Не ограничивается	-	-
	1	IIIб	25000	-	-
	2*	IVa	10400	7800	-
	2	IV	3500	2600	-
	2	V	2600	1500	-

\* При высоте одно- и двухэтажных зданий не более 18 м (от пола первого этажа до низа горизонтальных несущих конструкций покрытия на опоре).

\*\* При оборудовании пожароопасных помещений двухэтажных зданий установками автоматического пожаротушения.

Таблица 16

Примерные конструктивные характеристики зданий в зависимости от их степени огнестойкости

Степень огнестойкости	Конструктивные характеристики
1	2
1	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из естественных или искусственных каменных материалов, бетона и железобетона с применением листовых и плитных негорючих материалов
2	То же. В покрытиях зданий допускается применять незащищенные стальные конструкции
3	Здание с несущими и ограждающими конструкциями из естественных или искусственных каменных материалов, бетона и железобетона. Для покрытий допускается использование деревянных конструкций, защищенных штукатуркой или трудногорючими листовыми, а также плитными материалами. К элементам покрытия не предъявляется требований по пределам огнестойкости и пределам распространения огня, при этом элементы чердачного покрытия из древесины подвергаются огнезащитной обработке

1	2
3а	Здания преимущественно с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса – из стальных незащищенных конструкций. Ограждающие конструкции – из стальных профилированных листов или других негорючих листовых материалов с трудногорючим утеплением
3б	Здания преимущественно одноэтажные с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса из цельной или клееной древесины, подвергнутой огнезащитной обработке, обеспечивающей требуемый предел распространения огня. Ограждающие конструкции из панелей или поэлементной сборки, выполненные с применением древесины или материалов на ее основе. Древесина и другие горючие материалы ограждающих конструкций должны быть подвергнуты огнезащитной обработке или защищены от воздействия огня и высоких температур таким образом, чтобы обеспечить требуемый предел распространения огня
4	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из цельной или клееной древесины и других горючих материалов, защищенных от воздействия огня штукатуркой или другими листовыми или пластинными материалами. К элементам покрытий не предъявляются требования по пределам огнестойкости и пределам распространения огня, при этом элементы чердачного покрытия из древесины подвергаются огнезащитной обработке
4а	Здания преимущественно одноэтажные с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса - из стальных незащищенных конструкций. Ограждающие конструкции - из стальных профилированных листов или других негорючих материалов с горючим утеплителем
5	Здания с несущими и ограждающими конструкциями, к которым не предъявляются требования по пределам огнестойкости и пределам распространения огня

**Минимальные пределы огнестойкости строительных конструкций  
в зависимости от степени огнестойкости зданий  
(из СНиП 21-01-97)**

Степень огнестой- кости здания	Предел огнестойкости строительных конструкций, не менее					
	Несущие элементы здания	Наружные стены	Перекрытия междуэтажные (в т.ч. чердачные и над подвалами)	Покрытия бесчердачные	Лестничные клетки	
					внутренние стены	марши и площадки лестниц
I	R 120	RE 30	REI 60	RE 30	REI 120	R 60
II	R 45	RE 15	REI 45	RE 15	REI 90	R 45
III	R 15	RE 15	REI 15	RE 15	REI 45	R 30
IV	Не нормируется					

Расстояние от наиболее удаленного рабочего места  
до ближайшего эвакуационного выхода

Объем помещения, тыс. м <sup>3</sup>	Категория производства	Степень огнестойкости зданий	Расстояние, м, при плотности людского потока в общем проходе, чел./м <sup>2</sup>		
			до 1	св.1 до 3	св.3 до 5
1	2	3	4	5	6
До 15	А, Б	I, II, IIIa	40	25	15
		I, II, III, IIIa	100	60	40
	В	IIIб, IV	70	40	30
		V	50	30	20
30	А, Б	I, II, IIIa	60	36	25
		I, II, III, IIIa	160	95	65
	В	IIIб, IV	110	65	45
40	А, Б	I, II, IIIa	80	50	35
		I, II, III, IIIa	160	95	65
	В	IIIб, IV	110	65	45
50	А, Б	I, II, IIIa	120	70	50
	В	I, II, III, IIIa	240	140	100
Независимо от объекта	Г и Д	I, II, III, IIIa	Не ограничивается		
		IIIб, IV	160	95	65
		V	120	70	50

Примечания:

1. Плотность людского потока определяется как отношение количества людей, эвакуирующихся по общему проходу, к площади этого прохода.
2. Расстояния для производств категорий А и Б установлены с учетом площади разлива легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, равной 50 м<sup>2</sup>; при других численных значениях площади разлива следует руководствоваться указаниями главы СНиП по противопожарным нормам проектирования зданий и сооружений.

3. При промежуточных значениях объема помещений расстояния определяются по таблице интерполяцией.
4. Расстояния установлены для помещений высотой до 6 м (для одноэтажных зданий высота принимается не ниже ферм); при высоте помещений более 6 м расстояния увеличиваются; при высоте помещений 12 м – на 20%, 18 м – на 30% и 24 м – на 40%; при промежуточных значениях высоты помещений увеличение расстояний определяется интерполяцией.
5. Расстояние от наиболее удаленного рабочего места на площадках и этажерках до ближайшего эвакуационного выхода из помещений следует принимать с учетом длины пути по лестнице с площадки и этажерки.

Таблица 19

Длина эвакуационных путей

Расположение выхода	Категория производства	Степень огнестойкости зданий	Расстояние по коридору, м, до выхода наружу или ближайшую лестничную клетку при плотности людского потока в коридоре, чел./м <sup>2</sup>			
			до 2	св.2 до 3	св.3 до 4	св.4 до 5
1	2	3	4	5	6	7
Между двумя выходами наружу или лестничными клетками	А, Б	I, II, IIIа	60	50	40	35
		I, II, III, IIIа	120	95	80	65
	В	IIIб, IV	85	65	55	45
		V	60	50	40	35
		Г и Д	I, II, III, IIIа	180	140	120
	IIIб, IV		125	100	85	70
V	90		70	60	50	
В тупиковый коридор	Независимо от категории производства	I, II, III, IIIа	30	25	20	15
		IIIб, IV	20	15	15	10
		V	15	10	10	8

*Примечания:*

1. Плотность людского потока в коридоре определяется как отношение количества людей, эвакуируемых из помещений в коридор, к площади этого коридора; при этом расчетная ширина коридора принимается в соответствии с главой СНиП по противопожарным нормам проектирования зданий и сооружений.
2. Путь эвакуации по коридору до ближайшего эвакуационного выхода из помещений с производствами, менее опасными по взрыву или пожару, не должен проходить мимо выходов (дверей) из помещений с производствами, более опасными по взрыву и пожару.

Таблица 20

Ширина эвакуационных путей

Категория производства	Степень огнестойкости зданий	Количество людей на 1 м ширины эвакуационного выхода (двери) из коридора
А, Б	I, II, IIIa	85
В	I, II, III, IIIa	175
	IIIб, IV	120
	V	85
Г и Д	I, II, III, IIIa	260
	IIIб, IV	180
	V	130

Классы пожаров:

- А – пожары твердых веществ, в основном органического происхождения, горение которых сопровождается тлением (древесина, ткань, бумага);
- В – пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ;
- С – пожары газов;
- Д – пожары металлов и их сплавов;
- (Е) – пожары, связанные с горением электроустановок.

**Нормы оснащения помещений ручными огнетушителями**

Категория помещения	Предельная защищаемая площадь, м <sup>2</sup>	Класс пожара	Пенные и водные огнетушители вместимостью 10 л	Порошковые огнетушители вместимостью, л			Хладоновые огнетушители вместимостью 2 (3) л	Углекислотные огнетушители вместимостью, л	
				2	5	10		2	5 (8)
А, Б, В (горючие газы и жидкости)	200	А	2++	–	2+	1++	–	–	–
		Б	4+	–	2+	1++	4+	–	–
	С	–	–	2+	1++	4+	–	–	
	Д	–	–	2+	1++	–	–	–	
В	(Е)	–	–	2+	1++	–	–	2++	–
	400	А	2++	4+	2++	1+	–	–	2+
	Д	–	–	2+	1++	–	–	–	–
Г	(Е)	–	–	2++	1+	2+	4+	2++	–
	800	В	2+	–	2++	1+	–	–	–
Г, Д	С	–	4+	2++	1+	–	–	–	–
	1800	А	2++	4+	2++	1+	–	–	–
Общественные здания	800	Д	–	2+	1++	–	–	–	–
		(Е)	–	2+	2++	1+	2+	4+	2++
Общественные здания	800	А	4++	8+	4++	2+	–	–	4+
		(Е)	–	–	4++	2+	4+	4+	2++

Примечания:

- Для тушения пожаров различных классов порошковые огнетушители должны иметь соответствующие заряды: для класса А – порошок АВС (Е); для классов В, С и (Е) – ВС (Е) или АВС (Е) и для класса Д – Д.

2. Знаком "++" обозначены рекомендуемые к оснащению объектов огнетушители, знаком "+" – огнетушители, применением которых допускается при отсутствии рекомендуемых и при соответствующем обосновании, знаком "-" – огнетушители, которые не допускаются для оснащения данных объектов.
3. В замкнутых помещениях объемом не более 50 куб. м для тушения пожаров вместо переносных огнетушителей или дополнительно к ним могут быть использованы огнетушители самосрабатывающие порошковые

Таблица 22

**Нормы оснащения помещений передвижными огнетушителями**

Категория помещения	Предельная защищаемая площадь, м <sup>2</sup>	Класс пожара	Воздушно-пенные огнетушители вместимостью 100 л	Комбинированные огнетушители вместимостью (пена, порошок) 100 л	Порошковые огнетушители вместимостью 100 л	Углекислотные огнетушители вместимостью, л	
						25	80
А, Б, В (горючие газы и жидкости)	500	А	1++	1++	1++	-	3+
		В	2+	1++	1++	-	3+
		С	-	1+	1++	-	3+
		Д	-	-	1++	-	-
		(Е)	-	-	1+	2+	1++
В (кроме горючих газов и жидкостей), Г	800	А	1++	1++	1++	4+2+	-
		В	2+	1++	1++	-	3+
		С	-	1+	1++	-	3+
		Д	-	-	1++	-	-
		(Е)	-	-	1+	1++	1+

*Примечания:*

1. Для тушения пожаров различных классов порошковые огнетушители должны иметь соответствующие заряды: для класса А – порошок АВС (Е); для классов В, С и (Е) – ВС (Е) или АВС (Е) и для класса Д – Д.
2. Знаком "++" обозначены рекомендуемые к оснащению объектов огнетушители, знаком "+" – огнетушители, применение которых допускается при отсутствии рекомендуемых и при соответствующем обосновании, знаком "-" – огнетушители, которые не допускаются для оснащения данных объектов.
3. В замкнутых помещениях объемом не более 50 куб. м для тушения пожаров вместо переносных огнетушителей или дополнительно к ним могут быть использованы огнетушители самосрабатывающие порошковые

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ ПО СТЕПЕНИ ПОЖАРООПАСНОСТИ  
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ (ВЫПИСКА ИЗ ПУЭ)

Класс помещений	Характеристика помещений
	<p><i>ВЗРЫВООПАСНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ</i></p>
В-1	<p>Помещения, в которых выделяются горючие газы или пары в таком количестве и с такими свойствами, что могут образовывать с воздухом или с другими окислителями взрывоопасные смеси при нормальных недлительных режимах работы.</p>
В-1а	<p>Помещения, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих паров или газов с воздухом или другими окислителями не образуется. Образование смеси возможно только в результате аварий или неисправностей.</p>
В-1б	<p>Помещения, которые по условиям образования взрывоопасных смесей аналогичны классу В-1а, но имеют одну из следующих особенностей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) горючие газы обладают высоким нижним пределом взрываемости (15% и более), резким запахом при предельно допустимых по санитарным нормам концентрациях;</li> <li>б) образование в аварийных случаях в помещениях общей взрывоопасной концентрации по условиям технологического процесса исключается, возможна лишь местная взрывоопасная концентрация;</li> <li>в) горючие газы и легко воспламеняющиеся горючие жидкости содержатся в небольших количествах и, следовательно, не создают общей взрывоопасной концентрации, работа с ними производится без применения открытого пламени.</li> </ul>

Класс помещений	Характеристика помещений
В-1г	Наружные установки, содержащие взрывоопасные газы, пары, горючие воспламеняющиеся жидкости, взрывоопасные смеси возможны только результате аварии или неисправности.
В-II	Помещения, в которых возможно выделение взрывоопасных пылей и взвешенных волокон, аналогичные по опасности помещениям класса В-1.
В-IIа	Помещения, в которых возможно выделение взрывоопасных пылей и взвешенных волокон, аналогичные по опасности помещениям класса В-1а.
<i>ПОЖАРООПАСНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ</i>	
П-I	Помещения, в которых применяются или хранятся горючие жидкости с температурой вспышки паров выше +45 °С
П-II	Помещения, в которых выделяются горючие пыль или волокна, переходящие во взвешенное состояние; в этих случаях возможен пожар (но не взрыв), так как содержание горючих пыли или волокон в воздухе по условиям эксплуатации не достигает взрывоопасных концентраций или вследствие физических свойств их нижний предел взрываемости более 65 г/м <sup>3</sup>
П-IIа	Производственные и складские помещения, содержащие твердые или волокнистые горючие вещества, не переходящие во взвешенное состояние
П-III	Наружные установки, в которых применяются или хранятся горючие жидкости с температурой вспышки паров выше +45 °С, а также твердые горючие вещества

*Примечание.* Помещения относятся к невзрывоопасным, если работа выполняется в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами.

Исполнение электрооборудования для взрывоопасных помещений и наружных установок предприятий

Классы помещений и наружных установок	Исполнение электрооборудования
1	2
Электрические стационарные машины с искрящими и неискрящими частями	
В-I	Взрывопроницаемые для соответствующих категорий и групп взрывоопасных смесей или продуваемые под избыточным давлением
В-Iа	Любое взрывозащищенное исполнение для соответствующих категорий и групп взрывоопасных смесей. Искрящие части (например, контактные кольца) в исполнении повышенной надежности против взрыва должны быть заключены в колпак одного из следующих исполнений: взрывонепроницаемого, продуваемого под избыточным давлением или специального. При применении электродвигателей с короткозамкнутым ротором в исполнении повышенной надежности взрывопроницаемого типа можно выбрасывать отработанный воздух в этом же помещении
В-Iг	Любое взрывозащищенное исполнение для соответствующих категорий и групп взрывоопасной смеси для установок в пределах взрывоопасной зоны. Закрытое и закрытое обдуваемое, с частями, не искрящимися по условиям работы (например, электродвигатели с короткозамкнутым ротором) вне взрывоопасной зоны в наружных установках. Нормально искрящиеся части машин должны быть заключены в пыленепроницаемый колпак
В-Iб	Невзрывозащищенные, но в защищенном или в брызгозащищенном исполнении. Искрящие части машин (например контактные кольца), коллекторы и другие должны быть заключены в колпаки закрытого исполнения Электродвигатели вентиляторов аварийной вентиляции должны быть в любом взрывозащищенном исполнении и иметь управление как внутри, так и извне взрывоопасных помещений

1	2
Электродвигатели, а также аппараты и приборы периодически работающих установок, не связанных непосредственно с технологическим процессом (монтажные краны, тельферы и т.п.)	
В-I	Любое взрывозащищенное исполнение для соответствующих категорий и групп взрывоопасных смесей, подвод тока с помощью кабеля для тяжелых условий эксплуатации
В-Ia	Защищенное исполнение, подвод тока с помощью кабеля для средних условий работы
В-Iг	Невзрывозащищенное исполнение. Ток подводить троллеями, расположенными со стороны монтажного проема (не над технологическими аппаратами). Работу крана, тельфера и т.п. производить при отсутствии взрывоопасной концентрации смеси
В-Iб	Защищенное исполнение, подвод тока с помощью кабеля для средних условий работы
Электрические стационарные светильники	
В-I	Взрывонепроницаемые, искробезопасные или специальные.
В-Ia	Любое взрывозащищенное для соответствующих категорий и групп взрывоопасных смесей
В-Iг	Любые взрывозащищенные для соответствующих категорий и групп взрывоопасных смесей для установок в пределах взрывоопасной зоны. Пыленепроницаемые вне взрывоопасной зоны
В-Iб	Пыленепроницаемые
Штепсельные соединения	
В-I	Взрывонепроницаемые
В-Ia	Взрывонепроницаемые, пыленепроницаемые, при котором контакты разрываются внутри закрытых розеток
В-Iг, В-Iб	Пыленепроницаемые вне взрывоопасной зоны

*Примечания:*

1. В пожароопасных зонах классов П-I и П-II применяются электрические машины закрытого исполнения. В зонах класса П-III допускается установка машин защищенного исполнения, в зонах класса П-III - закрытого исполнения.
2. Аппаратура управления электродвигателями для всех зон - в пылезащищенном исполнении.
3. Светильники в зонах класса П-I применяются закрытого или пылезащищенного исполнения; в зонах класса П-II и П-III допускаются защищенные светильники открытого исполнения; в зонах класса П-III закрытого или влагозащищенного исполнения.
4. Переносные светильники в зонах всех классов применяются закрытого исполнения со стеклянным колпаком, защищенным стальной сеткой.

Таблица 25

Типы и виды исполнения электропроводок

Класс пожаро- и взрывоопасности	Вид электропроводки и способ выполнения
П-I, П-II П-IIIa	Открытая: 1) в стальных трубах; 2) в изолированных трубах с тонкой металлической оболочкой; 3) на изоляторах при напряжении по отношению к земле не выше 250 В. Провода должны быть удалены от мест скопления горючих материалов и не должны подвергаться механическим воздействиям. Открытая прокладка проводов по деревянным неоштукатуренным стенам и подшивке (потолочной или крышевой) не допускается. Скрытая, в трубах изоляционных с металлической оболочкой, стальных

Таблица 26

Расходы воды на наружное пожаротушение для промышленных предприятий (СНиП 2.04.02-84)

Степень огнестойкости зданий	Категория производства по пожарной опасности	Расходы воды, л/с на один пожар при объеме здания, тыс. м <sup>3</sup>						
		до 2	более 2 до 5	более 5 до 20	более 20 до 50	более 50 до 200	более 200 до 400	более 400 до 600
I и II	Г, Д	10	10	10	10	15	20	25
I и II	А, Б, В	10	10	15	20	30	35	40
III	Г, Д	10	10	15	25	35	—	—
III	В	10	15	20	30	40	—	—
IV и V	Г, Д	10	15	20	30	—	—	—
IV и V	В	15	20	25	40	—	—	—

Расходы воды на внутреннее пожаротушение (СНиП 2.04.01-85)

Степень огнестойкости	Категория здания по пожарной опасности	Число струй и расход воды на одну струю, л/с в производственных и складских зданиях высотой до 50 м, объемом тыс. м <sup>3</sup>				
		от 0,5 до 5	более 5 до 50	более 50 до 200	более 200 до 400	более 400 до 880
I и II	A, B, B	2 x 2,5	2 x 5	2 x 5	3 x 5	4 x 5
III	B	2 x 2,5	2 x 5	2 x 5	-	-
III	Г, Д	-	2 x 2,5	2 x 2,5	-	-
IV и V	B	2 x 2,5	2 x 5	-	-	-
IV и V	Г, Д	-	2 x 2,5	-	-	-

*Примечание:* Число струй и расход воды одной струи для зданий IIIa, IIIб и IVa степени огнестойкости принимаются по указанной таблице в зависимости от их категории как зданий II и IV степени огнестойкости с приравниванием IIIa к II, IIIб и IVa к IV.

Акустические характеристики звукопоглощающих облицовок и некоторых материалов и изделий

№№ пп	Изделия и конструкции	ГОСТ или ТУ	Плотность звукопоглощающего материала, кг/м <sup>3</sup>	Толщина слоя звукопоглощающего материала, мм	Воздушный зазор, мм	Ревберационный коэффициент звукопоглощения								Примечание
						Среднегеометрические частоты, Гц								
						63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.	Плиты ПА/О минераловатные акустические размером 500x500 мм	ТУ-21-24-16-68	150	20	0	(0,02)	0,03	0,17	0,68	0,98	0,96	0,45	0,20	Рекомендуется применять для административных помещений
2.	То же	"	"	"	50	(0,02)	0,05	0,42	0,93	0,90	0,79	0,45	0,19	"
3.	Плиты ПА/О минераловатные акустические, перфорация несквозная 13%, диаметр 4 мм, отделка "набрызгом", размером 500x500 мм	ТУ-21-24-16-68	150	20	0	(0,02)	0,05	0,21	0,66	0,91	0,95	0,89	0,70	"
4.	То же	"	"	"	50	(0,02)	0,12	0,36	0,88	0,94	0,84	0,80	0,65	"
5.	Плиты "Акмигран" минераловатные размером 300x300 мм	ГОСТ 17918-72	400	20	0	(0,02)	0,10	0,30	0,85	0,90	0,78	0,72	0,59	Для помещений с относительной влажностью не выше 70%

## Электронный архив УГЛТУ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6.	То же	"	"	"	50	(0,10)	0,20	0,71	0,83	0,81	0,70	0,79	0,65	"
7.	То же	"	"	"	200	(0,30)	0,50	0,70	0,70	0,79	0,77	0,62	0,59	"
8.	Плиты АГП гипсовые с заполнением из минеральной ваты, перфорация квадратная, 13%, диаметр 4 мм, размером 800x810 мм	СТУ-73-32-12-64	80	20	0	(0,03)	0,09	0,26	0,54	0,94	0,67	0,40	0,30	Рекомендуется применять для административных помещений
9.	Плиты АГП гипсовые с заполнением из минеральной ваты, перфорация квадратная, 13%, диаметр 4 мм, размером 810x810 мм	ТУ-21-01-224-69	80	20	0	(0,03)	0,09	0,49	0,91	0,88	0,69	0,34	0,29	"
10.	Маты из супертонкого стекловолокна, оболочка из стеклоткани ССТЭ-6	ГОСТ 8481-75	15	50	0	(0,1)	0,4	0,85	0,96	1,0	0,93	0,97	1,0	"
<b>Звукопоглощающие облицовки с перфорированным покрытием</b>														
11.	(1) – минераловатная плита (2) – стеклоткань Э-0,1 (3) – гипсовая плита, перфорация квадратная, 13%, диаметр 10 мм, толщина 6 мм, размером 500x500 мм	ГОСТ 9673-96 ГОСТ 8481-75 ТУ-283-67	80	60	0	(0,1)	0,31	0,70	0,95	0,69	0,59	0,50	0,30	Рекомендуется применять для административных помещений
12.	То же, но перфорация гипсовой плиты по рисунку, 13%, диаметр 7-9 мм	—""—	80	60	0	(0,1)	0,31	0,95	0,99	0,80	0,52	0,46	0,43	"

## Электронный архив УГЛТУ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
13.	(1) – минераловатная плита  (2) – стеклоткань Э-0,1  (3) – металлический лист перфорация в "шахмат", 46%, диаметр 6 мм, размеры 500x1000 мм	ГОСТ 9673-96 ГОСТ 8481-75	80	60	0	(0,05)	0,18	0,63	0,90	0,94	1,0	1,0	0,95	"
14.	(1) – минераловатная плита  (3) – гипсовая плитка, подклеенная бязью, перфорация квадратная, 13%, диаметр 10 мм, толщина 6 мм, размеры 500x500 мм	ТУ 81-63 ТУ 283-67												
15.	(1) – минераловатная плита (2) – стеклоткань Э-0,1 (3) – металлический лист толщиной 1,2 мм, перфорация в квадратная, 33%, диаметр 6 мм	ТУ 81-63 ГОСТ 8481-75	120	50	0	(0,03)	0,18	0,39	0,6	0,73	0,80	0,85	0,85	
16.	То же	–"–	120	50	100									
17.	(1) – прошивные минераловатные маты (3) – гипсовая плита, подклеенная бязью, перфорация квадратная, диаметр 10 мм, толщина 6 мм, размеры 500x500 мм	ТУ-21-24-10-68 ТУ-283-67	100	100	0	(0,08)	0,27	0,53	0,69	0,76	0,92	0,87	0,87	–"–

## Электронный архив УГЛТУ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18.	(1) – прошивные минераловатные маты (3) – гипсовая плита, подклеенная бязью, перфорация по рисунку, 13%, диаметр 7-9 мм, размеры 500x500 мм	ТУ-21-24-10-68 ТУ-283-67	100	1000	0	(0,05)	0,4	0,69	0,97	0,76	0,70	0,71	0,68	–"
19.	(1) – прошивные минераловатные маты (2) – стеклоткань Э-0,1 (3) – металлический лист толщиной 1,2 мм, перфорация в "шахмат", 46%, диаметр 6 мм, размер 500x500 мм	ТУ-21-24-10-68 ГОСТ 8481-75	100	1000	0	(0,05)	0,32	0,76	1,0	0,95	0,90	0,89	0,95	
20.	(1) – отходы капронового волокна (2) – сетка из стеклоткани ССТЭ-6 (3) – металлический лист толщиной 1,2 мм, перфорация в "шахмат", 33%, диаметр 3 мм	ТУ 340 ГОСТ 8481-75	100	50	0	(0,02)	0,15	0,46	0,82	0,92	0,83	0,93	0,93	
21.	То же	–""–	100	50	100	(0,1)	0,85	0,58	0,79	0,82	0,83	0,83	0,83	
22.	То же	–""–	100	100	100	(0,23)	0,48	0,72	0,89	0,97	0,93	0,98	0,98	



## Электронный архив УГЛТУ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Коэффициенты звукопоглощения некоторых материалов, изделий и конструкций														
29.	Войлок строительный	–	–	12,5	0	0,03	0,05	0,08	0,17	0,48	0,52	0,51	–	
30.	То же	–	–	25,0	0	0,10	0,15	0,22	0,54	0,63	0,67	0,52	0,47	
31.	То же	–	–	75,0	0	0,25	0,5	0,66	0,77	0,68	0,58	0,52	0,48	
32.	Асбестовый войлок	–	–	10,0	0	0,02	0,06	0,14	0,32	0,25	0,19	–	–	
33.	Стекловойлок	–	–	30,0	0	0,2	0,05	0,12	0,36	0,81	0,85	0,90	–	
34.	Алюминиевая шерсть	–	–	40,0	0	–	0,18	0,35	0,55	0,67	0,63	0,63	0,58	
35.	Плиты "Пемзолит"	–	600	35,0	0	–	0,13	0,20	0,37	0,57	0,61	0,62	0,58	
36.	Плиты "Фибролит"	–	350	50,0	50	–	0,15	0,58	0,57	0,69	0,68	0,65	0,62	
37.	Плиты "Силакпор"	–	350	45	0	0,15	0,52	0,72	0,60	0,80	1,0	1,0	1,0	
38.	Плиты "Винипор"	ТУ-В-66-70	120	30,0	0	0,08	0,17	0,28	0,55	0,88	1,0	1,0	1,0	
39.	То же	–""–	120	30,0	50	0,12	0,20	0,35	0,82	1,0	1,0	1,0	1,0	