

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Агафонов Александр Владимирович

Должность: Директор филиала

Дата подписания: 06.11.2023 20:50:27

Уникальный программный ключ: «МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

2539477a8ecf706dc9cff164bc411eb6d3c4ab09

МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Кафедра транспортно-технологических машин



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по выполнению расчетно-графических работ №4 по дисциплине «Проектная деятельность»

Направление подготовки	21.03.01 <u>Нефтегазовое дело</u> (код и наименование направления подготовки)
Направленность (профиль) подготовки	«<u>Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки</u>» (наименование профиля подготовки)
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная, очно-заочная

Чебоксары, 2022

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями
ФГОС ВО по направлению подготовки

21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Авторы: Федоров Денис Игоревич, кандидат технических наук, доцент
кафедры транспортно-технологических машин

(указать ФИО, ученую степень, ученое звание или должность)

Программа одобрена на заседании кафедры транспортно-технологических
машин (протокол № 10 от 14.05.2022 года.).

ВВЕДЕНИЕ

Сложная техническая система трубопроводного транспорта характеризуется повышенной ответственностью, особенностями антропогенного воздействия на природную среду. Это связано с технологией транспортировки природного газа, нефти, нефтепродуктов и конструктивными решениями линейной части и наземных сооружений трубопроводов. Как правило, взаимовлияние трубопроводных комплексов и природной среды носит негативный характер. Отсюда и основная задача: с одной стороны, свести к минимуму техногенные воздействия в период строительства и эксплуатации трубопроводов, с другой, ослабить отрицательное влияние природных компонентов на надежность и безопасность трубопроводных объектов.

Современные магистральные газопроводы диаметром до 1400 мм с рабочим давлением до 10 МПа представляют собой по существу взрывопожароопасный сосуд протяженностью в тысячи километров, разрушение которого связано с крупномасштабными экологическими потерями, в первую очередь, из-за механических и термических повреждений природного ландшафта. Иные экологические последствия имеет аварийная ситуация на нефте- и нефтепродуктопроводах. В этом случае доминирующую роль играет фактор глобального загрязнения водоемов и почв.

Основным показателем безопасности является риск, который представляет собой вероятность возникновения опасного события. Система принятия решений по обеспечению безопасности носит название управление рисками.

Экологические риски выражают опасность негативных воздействий на природу, нарушения нормального существования биоценозов, деградации почв, ухудшения воздушного бассейна. Понятие экологического риска приложимо к масштабам населенного пункта, региона или всей планеты.

Для сведения к минимуму вредного воздействия объектов НГК на окружающую среду предусматриваются следующие мероприятия:

- рациональное размещение сооружений и открытых площадок с оборудованием с минимальным отводом земель в постоянное пользование;
- организация производственных баз и других объектов в соответствии с требованиями охраны окружающей природной среды;
- жесткий контроль работы оборудования и техники с целью снижения сбросов и выбросов загрязняющих веществ;
- использование новейших технических решений и современного оборудования для оснащения вновь проектируемых нефтегазовых объектов.
- организация природоохранного мониторинга.

Целью курсового проекта «Экологичность и безопасность проекта» в нефтегазовом деле является освоение основ экологической и промышленной безопасности, знакомство с нормативно – правовой документацией по

обеспечению экологической и промышленной безопасности на объектах нефтегазового комплекса.

В ходе освоения курса студент должен

- знать: источники, причины и характер возникновения экологических и промышленных опасностей, правила экологической и промышленной безопасности в нефтяной и газовой промышленности, основные положения действующего законодательства РФ об экологической и промышленной безопасности, нормативно-технические документы, действующие в данной сфере, принципы работы оборудования в нефтегазовом деле и его экологические и промышленные опасности;
- уметь: иметь навыки выявления и устранения причин экологических и промышленных опасностей в нефтегазовом деле, применять основные положения производственного экологического контроля, метрологии, стандартизации, сертификации;
- владеть: навыками оценки экономического ущерба при последствиях от нарушения норм экологической и промышленной безопасности, навыками производственного менеджмента и управления персоналом.

1. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

1.1. Расчет искусственного освещения

Таблица 1.1

Исходные данные

Вариант	Размеры помещения, м			δ_{min} , мм	K	$k_{отр}$	k_z	H_p , м
	A	B	H					
1	12	6	4,0	0,40	0,15	0,14	1,5	0,8
2	12	9	4,0	0,20	0,40	0,24	2,0	1,2
3	15	9	4,0	0,14	0,59	0,30	1,8	1,4

Примечание. Высоту H_n от потолка до светильника принять равной 0,2 ... 0,6 м.

Порядок выполнения задания

1. Определить расстояние между центрами светильников и высоту их подвеса.
2. Определить требуемое число светильников.
3. Найти индекс (геометрический параметр) помещения.
4. В соответствии с заданными значениями минимального размера объекта различения, контраста и фона установить разряд и подразряд выполняемых работ по зрительной напряженности.
5. Определить нормированное значение освещенности для случая общего искусственного освещения.
6. Выполнить расчет светового потока одного светильника.
7. По расчетному значению светового потока выбрать тип лампы.
8. Сопоставить расчетное значение светового потока лампы со световым потоком выбранной лампы.
9. Определить количество ламп.
10. Выполнить расчет мощности, потребляемой системой общего освещения.
11. Выполнить отчет о проделанной работе.

Методические указания

Рациональное освещение должно быть спроектировано в соответствии с нормами, приведенными в СНиП 23-05-95, а также рекомендациями, изложенными в литературе [3, 5].

С учетом характеристики зрительных работ (минимального размера объекта различения δ_{min} , контраста объекта с фоном K , а также коэффициента отражения $k_{отр}$) определяют разряд и подразряд зрительной работы, а также

... минимальную освещенность рабочих поверхностей E_n для общего освещения (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Нормы проектирования искусственного освещения [24]

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Освещенность E_n , лк	
						комбинированное освещение	общее освещение
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	малый	темный	5000	1500
			б	малый средний	средний темный	4000	1250
			в	малый средний большой	светлый средний темный	2500	750
			г	средний большой большой	светлый светлый средний	1500	400
Очень высокой точности	0,15...0,3	II	а	малый	темный	4000	1250
			б	малый средний	средний темный	3000	750
			в	малый средний большой	светлый средний темный	2000	500
			г	средний большой большой	светлый светлый средний	1000	300
Высокой точности	0,3...0,5	III	а	малый	темный	2000	500
			б	малый средний	средний темный	1000	300
			в	малый средний большой	светлый средний темный	750	300
			г	средний большой большой	светлый светлый средний	400	200

Определяют расстояние a , м, между центрами светильников:

$$a = (0,75 \dots 1,5) \cdot H_c,$$

где H_c - высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м.

Число N_c светильников с люминесцентными лампами

$$N_c = \frac{S}{aM},$$

где M - расстояние между параллельными рядами светильников, м. В соответствии с практическими рекомендациями принимают $M \geq 0,6 H$. Оптимальное расстояние $M = 2 \dots 3$ м.

Высоту подвеса светильников находят по формуле

$$H_c = H - (H_p + H_n),$$

где H_p - высота расположения рабочей поверхности от уровня пола, м; H_n - расстояние от потолка помещения до центра светильника, м.

Применяя метод светового потока, в расчетах общего освещения горизонтальной рабочей поверхности находят величину светового потока $\Phi_{л.расч}$ одного светильника:

$$\Phi_{л.расч} = \frac{E_n S k_{min} k_3}{N_c \eta},$$

где E_n - нормированная освещенность, лк; k_{min} - коэффициент минимальной освещенности, вычисляют как отношение $k_{min} = E_{cp} / E_{min}$ (для люминесцентных ламп $k_{min} = 1,1$); здесь E_{cp} , E_{min} - соответственно среднее и минимальное значения освещенности, лк; k_3 - коэффициент запаса, зависит от запыленности производственных помещений (для помещений с относительно большим выделением пыли $k_3 = 2$, со средним - $k_3 = 1,8$, с малым - $k_3 = 1,5$ [5, 8]); η - коэффициент использования светового потока, определяют в зависимости от показателя (индекса) i помещения:

$$i = \frac{S}{[H_c(A+B)]},$$

где A , B - соответственно длина и ширина помещения, м; H_c - высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м; S - площадь помещения, м².

Значения коэффициента использования светового потока приведены в табл. 1.3.

Световой поток выбранной лампы должен соответствовать условию:

$$\Phi_{л.расч} = (0,9 \dots 1,2) \Phi_{л.табл},$$

Таблица 1.3

Значения коэффициента использования светового потока

Показатель (индекс) i	1	2	3	4	5
Коэффициент η	0,28...0,46	0,34...0,57	0,37...0,62	0,39...0,65	0,40...0,66

где $\Phi_{л.табл}$ - световой поток, выбранный по таблице 1.4.

Световые и электрические параметры люминесцентных ламп [13]

Тип	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	Тип	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт
ЛДЦ 20	820	41,0	ЛДЦ 40	2100	52,5
ЛД 20	920	46,0	ЛД 40	2340	58,5
ЛБ 20	1180	59,0	ЛБ 40	3120	78,0
ЛДЦ 40	1450	48,2	ЛДЦ 80	3740	46,8
ЛД 30	1640	54,5	ЛД 80	4070	50,8
ЛБ 30	2100	70,0	ЛБ 80	5220	65,3

Мощность P , кВт, потребляемая системой общего освещения, определяют по формуле

$$P = p \cdot N_c \cdot n,$$

где p - мощность лампы, Вт; n - число ламп в конструкции светильника (для люминесцентных ламп $n = 2$ или $n = 4$).

1.2. Определение воздухообмена в производственных помещениях

Таблица 1.5

Исходные данные

Вариант	Преобладающее вредное вещество	$G_{в.в}$, мг/ч	ПДК, мг/м ³	$P_{э.дв}$, кВт	$d_{уд}$, г/кг	n_p
1	Бензин топливный	30000	100	3,2	13,6	2
2	Оксид углерода	6000	20	4,5	12,3	3
3	Пыль	2000	6	2,7	13,4	4

Порядок выполнения задания

1. Выполнить расчет воздухообмена по удалению избытка вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

2. Определить расход приточного воздуха, необходимого для удаления избыточной теплоты из производственного помещения.

3. Привести расчет тепловыделения от солнечной радиации для остекленных поверхностей.

4. Рассчитать количество тепла, выделяемого электродвигателями, установленными в помещении.

5. Произвести расчет тепла, поступающего от источников общего искусственного освещения.

6. Определить количество тепла, выделяемого обслуживающим персоналом при выполнении работ средней тяжести.

7. Определить расход приточного воздуха, необходимого для удаления влаги из рабочей зоны.

8. Выполнить расчет кратности воздухообмена и сопоставить ее с рекомендуемыми значениями.

9. Выполнить отчет о проделанной работе.

Методические указания

Необходимый воздухообмен определяют из условий производства и наличия избыточных вредных веществ, явной теплоты и влаги в воздухе рабочей зоны [8].

Воздухообмен $W_{в.в.}$, $м^3/ч$, по удалению избытка вредных веществ определяют по формуле:

$$W_{в.в.} = \frac{G_{в.в.}}{q_{уд} - q_{пр}},$$

где $G_{в.в.}$ - количество выделяемых вредных веществ, $мг/ч$; $q_{уд}$ - концентрация вредных веществ в удаляемом воздухе, $мг/м^3$; $q_{пр}$ - концентрация вредных веществ в приточном воздухе, $мг/м^3$.

Концентрация $q_{уд}$ вредных веществ в удаляемом воздухе не должна превышать предельно допустимую, т.е. $q_{уд} \leq ПДК$ (в расчетах принимают $q_{уд} = ПДК$), а концентрация $q_{пр}$ вредных веществ в приточном воздухе в расчетах принимается $q_{пр} = 0,3 ПДК$.

Расход приточного воздуха W_m , $м^3/ч$, необходимый для удаления избыточной теплоты:

$$W_m = \frac{3,6 Q_{изб}}{c \rho_{пр} (t_{уд} - t_{пр})},$$

где W_m - расход приточного воздуха для удаления явной теплоты, $м^3/ч$; c - удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, равная $1,0$ $кДж/кг \cdot ^\circ C$; $\rho_{пр}$ - плотность приточного воздуха, $кг/м^3$; $t_{уд}$ - температура удаляемого воздуха (выбирают в соответствии с табл. 1.6 с учетом категории выполняемых работ средней тяжести для теплого периода года, $^\circ C$); $t_{пр}$ - температура приточного воздуха (принимают на $3...7$ $^\circ C$ ниже температуры удаляемого воздуха, $^\circ C$).

Оптимальные нормы параметров микроклимата производственных помещений

Сезон года	Категория работ	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный и переходный	Легкая 1	20...23	60...40	0,2
	Ср. тяжести 11а	18...20	60...40	0,2
	Ср. тяжести 11б	17...19	60...40	0,3
	Тяжелая	16...18	60...40	0,3
Теплый	Легкая 1а	22...25	60...40	0,2
	Ср. тяжести 11а	21...23	60...40	0,3
	Ср. тяжести 11б	20...22	60...40	0,4
	Тяжелая 111	18...21	60...40	0,5

Плотность $\rho_{пр}$, кг / м³, приточного воздуха находят расчетным путем:

$$\rho_{гд} = \frac{353}{273 + t_{гд}}$$

Избыточная теплота $Q_{изб}$ определяется с учетом тепла $Q_{ост}$ от солнечной радиации, поступающей через остекленные поверхности (оконные проемы); тепла $Q_{э.дв}$, выделяемого электродвигателями установок; тепла $Q_{осв}$, выделяемого источниками искусственного освещения и работающим персоналом Q_p :

$$Q_{изб} = Q_{ост} + Q_{э.дв} + Q_{осв} + Q_p$$

Тепловыделения $Q_{ост}$, Вт, от солнечной радиации для остекленных поверхностей:

$$Q_{ост} = \alpha S_n q_{с.р} \kappa_{ост}$$

где α - световой коэффициент; S_n - площадь пола производственного помещения, м²; $q_{с.р}$ - тепловыделения от солнечной радиации, Вт/м²; $\kappa_{ост}$ - коэффициент, учитывающий солнцезащитные свойства остекления.

Световой коэффициент α , представляющий отношение суммарной площади оконных проемов к площади пола помещения, рекомендуется принимать в пределах от 0,08 до 0,20. По данным [29] количество выделяемого тепла от солнечной радиации при окнах с двойным остеклением с металлическими переплетами (в случае ориентации на восток при географической широте 55 °) $q_{с.р} = 70...210$ Вт/м². Коэффициент, характеризующий солнцезащитные свойства остекления, выбирают в диапазоне $\kappa_{ост} = 0,25...1,15$.

Количество тепла $Q_{э.дв}$, Вт, выделяемого электродвигателями, определяют по справочным данным [25] в соответствии с выражением:

$$Q_{э.дв} = 10^3 P_{э.дв} \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4$$

где $P_{э.дв}$ - установочная мощность электродвигателей, кВт; η_1 - коэффициент использования установочной мощности ($\eta_1 = 0,7...0,9$); η_2 - коэффициент загрузки установок, представляющий отношение средней потребляемой

мощности к максимально необходимой ($\eta_2 = 0,5...0,8$); η_3 - коэффициент одновременности работы электродвигателей установок ($\eta_3 = 0,5...1,0$); η_4 - коэффициент, характеризующий долю механической энергии, превратившейся в тепло ($\eta_4 = 0,5...0,6$).

Расчет тепла $Q_{осв}$, Вт, от источников искусственного освещения ведут по формуле:

$$Q_{осв} = \kappa_{нт} P,$$

где $\kappa_{нт}$ - коэффициент тепловых потерь ($\kappa_{нт} = 0,55$ в случае люминесцентных ламп; $\kappa_{нт} = 0,9$ - в случае ламп накаливания); P - мощность системы общего освещения, кВт.

Количество тепла Q_p , Вт, выделяемого обслуживающим персоналом:

$$Q_p = n_p q_p,$$

где n_p - количество работающих в производственном помещении; q_p - теплота, выделяемая одним человеком, Вт (табл. 1.7).

Таблица 1.7

Количество тепла, выделяемого одним человеком

Выполняемая работа	Тепло, Вт			
	полное		явное	
	при 10 °С	при 35 °С	при 10 °С	при 35 °С
В состоянии покоя	160	93	140	12
Физическая работа:				
- легкая	180	145	150	5
- средней тяжести	215	195	165	5
- тяжелая	290	290	195	10

Расход W_v , м³/ч, приточного воздуха, необходимого для удаления влаги, выделившейся в помещении [29]:

$$W_v = \frac{G_{в.п.}}{\rho_{пр}(d_{уд} - d_{пр})},$$

где $G_{в.п.}$ - масса водяных паров, выделяющихся в помещении, г/ч (находят как произведение количества влаги, выделяемой с поверхности кожи и из легких человека (табл. 1.8), на количество рабочих в производственном помещении); $d_{уд}$, $d_{пр}$ - содержание влаги в удаляемом и приточном воздухе соответственно, г/кг.

**Количество влаги, выделяемое с поверхности кожи
и из легких человека, г/мин**

Характеристика выполняемой работы	Интенсивность труда, Вт	Температура воздуха, °С				
		16	18	28	35	45
Покой	100	0,6	0,74	1,69	3,25	6,2
Легкая	200	1,8	2,4	3,0	5,2	8,8
Ср. тяжести	350	2,6	3,0	5,0	7,0	11,3
Тяжелая	490	4,9	6,7	8,9	11,4	18,6
Очень тяжелая	695	6,4	10,4	11,0	16,0	21,0

Для определения требуемого воздухообмена и его кратности необходимо сравнить величины $W_{e,в}$, W_m и W_v , выбрать наибольшую из них и подставить в формулу:

$$K = \frac{W}{V_c}$$

где K - кратность воздухообмена, ч⁻¹; W - необходимый воздухообмен, м³ / ч; V_c - свободный объем помещения, равный 80% полного объема (по габаритным размерам) помещения, м³.

Рекомендуемые значения кратности K воздухообмена для некоторых видов технологических процессов и производств [29]: участок окраски и сушки - 17; участок сварки - 26; участок ремонта электрооборудования - 15; кузнечное отделение - 20.

1.3. Расчет механической общеобменной вентиляции

Таблица 1.9

Исходные данные

Вариант	l , м	$v_{ср}$, м/с	Количество местных сопротивлений		H_n , Па
			колена $\alpha = 90^\circ$	жалюзи-выход	
1	16,5	8,3	2	2	370
2	12,8	10,1	1	1	230
3	21,4	7,5	3	3	200

Порядок выполнения задания

1. Определить производительность вентилятора.
2. Выполнить расчет потерь напора на прямых участках воздуховодов.
3. Рассчитать местные потери напора в изгибах (коленах) и жалюзи.

4. Определить потери напора на участке.
5. Вычислить суммарные потери напора (с учетом потерь напора на линии) и приравнять напор вентилятора.
6. В соответствии с номограммой для полученных значений производительности и напора вентилятора выбрать его номер.
7. Определить безразмерное число, коэффициент полезного действия вентилятора.
8. Рассчитать число оборотов вентилятора.
9. Выполнить расчет мощности электродвигателя на привод вентилятора.
10. Убедиться в выполнении условия снижения шума при работе вентилятора.
11. Выполнить отчет о проделанной работе.

Методические указания

При расчёте параметров вентиляции вычерчивают схему вентиляционной сети в соответствии с размещением производственных помещений с обозначением местных сопротивлений (поворотов, переходов, жалюзи и др.).

Сеть разбивают на участки, определяют длину, диаметр труб воздухопроводов на участках.

Определяют производительность $W_в$ вентилятора:

$$W_в = k_з W.$$

В расчетах пользуются коэффициентом запаса $k_з$, который изменяется в пределах от 1,2 до 1,8; потребный воздухообмен W принимают равным наибольшему значению воздухообмена, найденному для удаления избытков вредных веществ, тепла и влаги.

Рассчитывают потери напора H_n , Па, на прямых участках труб воздухопроводов по формуле:

$$H_n = \frac{\lambda \rho_{np} v_{cp}^2}{2d}.$$

Коэффициент λ , учитывающий сопротивление стальной гладкой трубы, равен 0,02; принятый внутренний диаметр трубы $d = 0,30$ м; v_{cp} - средняя скорость воздуха на участке сети, м/с.

Рассчитывают местные потери напора H_m , Па, в переходах, изгибах, жалюзи и др.:

$$H_m = 0,5 \lambda_m \rho_{np} v_{cp}^2.$$

Коэффициент λ_m местных потерь напора для колена с углом изгиба $\alpha = 90^\circ$ $\lambda_m = 1,1$; для местного сопротивления "жалюзи-выход" - $\lambda_m = 3,0$ [15].

Определяют потери напора H_{yc} на участке:

$$H_{yc} = H_n + H_m.$$

Определяют напор вентилятора $H_в$, Па,

$$H_в = H_n + H_{yc}.$$

Определив напор вентилятора H_v , выбирают номер № вентилятора, при этом обеспечивают необходимую производительность W_v .

Определяют безразмерное число A , коэффициент полезного действия вентилятора η_v , порядок определения параметров показан на рисунке стрелками. При этом необходимо обеспечить максимальное значение коэффициента η_v .

Число оборотов вентилятора n_v определяют по формуле:

$$n_v = \frac{A}{N_v}$$

Расчет мощности $P_{дв}$, кВт, электродвигателя для привода вентилятора выполняют по формуле:

$$P_{дв} = \frac{H_v W_v}{3,6 \cdot 10^6 \eta_v \eta_n}$$

Коэффициент η_n полезного действия передачи $\eta_n = 0,90..0,95$.

Необходимо убедиться в выполнении условия снижения шума при работе вентилятора, которое имеет вид: $\pi D_p n_v < 1800$.

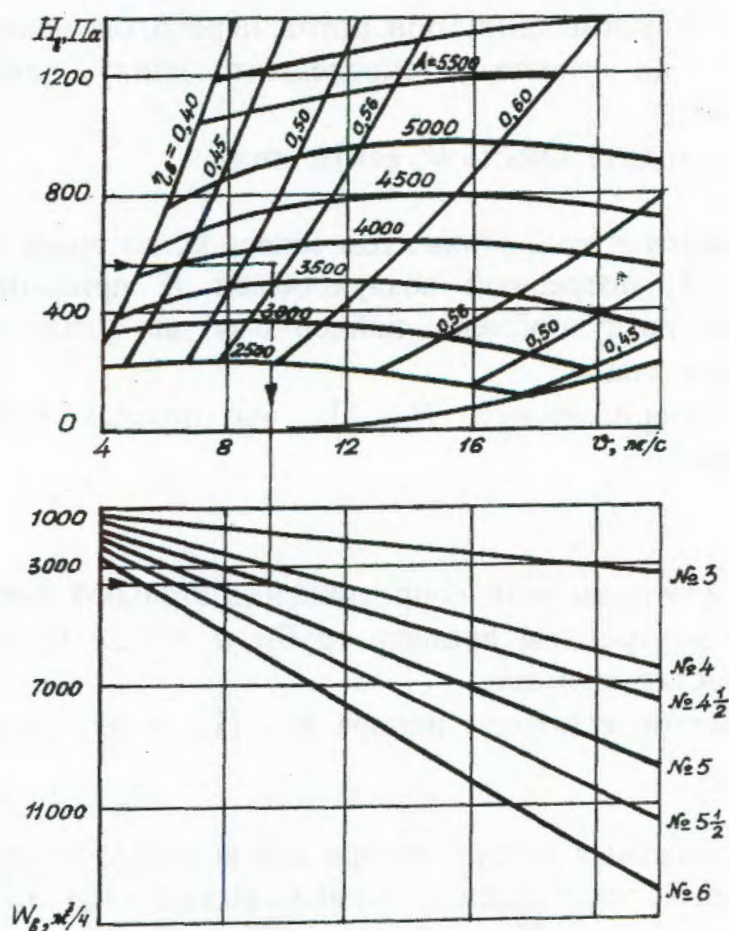


Рис. 1.1. Номограмма для выбора центробежного вентилятора

1.4. Определение параметров производственного шума и требуемой звукоизоляции

Таблица 1.15

Исходные данные

Вариант	Размеры помещения, м			$L_{\text{ист}}$, дБА	Линейные размеры источника шума, м			Радиусы расположения расчетных точек, м		
	A	B	H		l_{max}	a	b	r_1	r_2	r_3
1	6	6	3,8	80	1,0	0,8	0,6	2,2	3,2	5,4
2	15	12	4,5	99	2,1	1,3	1,0	4,4	6,5	13,5
3	18	15	4,7	91	2,6	1,5	1,2	5,4	8,0	16,8

Порядок выполнения задания

1. Определить октавный уровень звукового давления в зоне прямого звука.
2. Выполнить расчет октавного уровня звукового давления в зоне прямого и отраженного звука.
3. Определить октавный уровень звукового давления в зоне отраженного звука.
4. Найти постоянную помещения в октавных полосах частот и постоянную помещения на среднегеометрической частоте, равной 1000 Гц.
5. Определить требуемое снижение уровня шума.
6. Рассчитать требуемую звукоизолирующую способность защитного кожуха.
7. Выполнить отчет о проделанной работе.

Методические указания

Октавные уровни звукового давления в расчетных точках производственного помещения рассчитывают по следующим формулам:

а) в зоне прямого звука

$$L_1 = L_{\text{ист}} + 10 \lg \frac{\lambda \Phi}{S},$$

где $L_{\text{ист}}$ - уровень звукового давления, создаваемого источником шума, дБА; λ - коэффициент, учитывающий влияние ближнего акустического поля, принимается по таблице 1.16; Φ - фактор направленности источника шума,

определяют опытным путем (для источника шума с равномерным излучением звука принимают $\Phi = 1$); S – площадь воображаемой поверхности правильной геометрической формы, окружающей источник и проходящей через расчетную точку (для источника шума, у которых $r_i/l_{max} > 2$, при расположении источника шума в двугранном углу, образованном ограждающими конструкциями, следует принимать $S_i = \pi r_i^2$);

Таблица 1.16

Коэффициент λ , учитывающий влияние ближнего акустического поля [25]

r_i/l_{max}	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
λ	4,0	3,4	2,0	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0

б) в зоне прямого и отраженного звука

$$L_2 = L_{ист} + 10 \lg \left(\frac{\lambda \hat{O}}{S} + \frac{4\varphi}{B} \right),$$

где φ - коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении, принимают по таблице 1.17;

Таблица 1.17

Значения коэффициента φ , учитывающего нарушение диффузности звукового поля в помещении [25]

$B/S_{огр}$	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
φ	0,92	0,83	0,70	0,63	0,56	0,50

в) в зоне отраженного звука

$$L_3 = L_{ист} + 10 \lg \frac{\varphi}{B} + 6.$$

Постоянную B помещения в октавных полосах частот определяют по формуле:

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

где μ - частотный множитель, значения приведены в табл. 1.18; B_{1000} - постоянная помещения на среднегеометрической частоте $f_{сг} = 1000$ Гц, допускается определять по формуле:

$$B_{1000} = V/20,$$

здесь V - объем помещения, m^3 .

Значения частотного множителя μ [25]

Объем помещения, $V, \text{ м}^3$	Частотный множитель μ на среднегеометрических частотах октавных полос в Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<200	0,80	0,75	0,70	0,80	1	1,4	1,8	2,5
200...1000	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
>1000	0,50	0,50	0,55	0,70	1	1,6	3,0	6,0

Определяют требуемое снижение уровня шума $\Delta L_{тр}$:

$$\Delta L_{тр} = L - L_{доп},$$

где L - октавный уровень звукового давления, создаваемого одним источником, вычисляют для расчетных точек 1, 2, 3; $L_{доп}$ - допустимый октавный уровень звукового давления в расчетной точке, определяют в соответствии с санитарными нормами (табл. 1.19).

Требуемая звукоизолирующая способность стенок кожуха

$$e_{тр.кож} = \Delta L_{тр} + 10 \lg \frac{S_{\text{вн}}}{S_{\text{вн}}},$$

где $S_{\text{кож}}$ - площадь поверхности защитного кожуха, представляющего собой

Таблица 1.19

Допустимые уровни звукового давления [20]

Рабочее место	Уровни звукового давления $L_{доп}$ в дБ на среднегеометрических частотах октавных полос в Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
В помещениях дирекций, расчетчиков, программистов, в лабораториях	71	61	54	49	45	42	40	38
В помещениях цехового управленческого аппарата, в конторских помещениях	79	70	63	58	55	52	50	49
В помещениях диспетчерской службы, на участках сборки, в помещениях мастеров	83	74	68	63	60	57	55	54

форму параллелепипеда, определяется по формуле

$$S_{\text{кож}} = 1,21a \cdot l_{\text{max}} + 2,42b(l_{\text{max}} + a),$$

здесь a , b , l_{max} - линейные размеры источника шума, м, $S_{\text{ист}}$ - площадь воображаемой поверхности, вплотную окружающей источник шума, определяют по формуле

$$S_{\text{вн}} = \frac{\pi(a^2 + b^2 + l_{\text{max}}^2)}{4}.$$

1.5. Оценка воздействия электромагнитных полей и излучений радиочастотного диапазона

Таблица 1.30

Исходные данные для напряженности электрического и магнитного полей

Вариант	Диапазоны частот, f , МГц						
	0,06 ... 3			3 ... 30		30 ... 300	
	$E, В \cdot м^{-1}$	$H, А \cdot м^{-1}$	$\tau, ч$	$E, В \cdot м^{-1}$	$\tau, ч$	$E, В \cdot м^{-1}$	$\tau, ч$
1	30	3,0	8,0	40	5,0	12,5	5,0
2	40	3,5	7,0	35	5,5	13,5	4,5
3	50	4,0	6,0	30	6,0	14,5	4,0

Таблица 1.31

Исходные данные для плотности потока энергии

Вариант	непрерывное облучение		прерывистое облучение	
	$ППЭ, Вт \cdot м^{-2}$	$\tau, ч$	$ППЭ, Вт \cdot м^{-2}$	$\tau, ч$
1	1,45	1,1	0,65	3,5
2	0,95	1,8	1,45	2,9
3	0,45	2,5	2,25	2,3

Порядок выполнения задания

1. Определить энергетическую нагрузку, создаваемую электрическим и магнитным полями.
2. Вычислить предельно допустимые значения напряженности электрического и магнитного полей.
3. Оценить одновременное воздействие электрического и магнитного полей на организм человека.
4. Выполнить расчет энергетической нагрузки на организм человека в диапазоне частот 300 МГц - 300 ГГц (по плотности потока энергии).
5. Определить суммарную энергетическую нагрузку от непрерывного и прерывистого облучения.
6. Полученное значение суммарной энергетической нагрузки сравнить с нормативным.
7. Выполнить отчет о проделанной работе.

Методические указания

ЭМП радиочастот следует оценивать показателями интенсивности поля и создаваемой им энергетической нагрузкой.

В диапазоне частот 60 кГц - 300 МГц интенсивность ЭМП характеризуется напряженностью электрического E , В · м⁻¹, и магнитного H , А · м⁻¹, полей, энергетическая нагрузка $\mathcal{E}H$ представляет собой произведение квадрата напряженности поля на время его воздействия.

Энергетическая нагрузка, создаваемая электрическим полем, равна

$$\mathcal{E}H_E = E^2 \cdot \tau,$$

магнитным -

$$\mathcal{E}H_H = H^2 \tau,$$

где τ - продолжительность воздействия ЭМП, ч.

Предельно допустимые значения $E_{пд}$ и $H_{пд}$ в диапазоне частот 60 кГц - 300 МГц на рабочих местах персонала определяют исходя из допустимой энергетической нагрузки и времени воздействия по формулам

$$E_{пд} = \sqrt{\frac{\mathcal{E}H_{E_{пд}}}{\tau}}; H_{пд} = \sqrt{\frac{\mathcal{E}H_{H_{пд}}}{\tau}};$$

где $E_{пд}$ и $H_{пд}$ - предельно допустимые значения напряженности электрического, E , В · м⁻¹, и магнитного, H , А · м⁻¹ поля; $\mathcal{E}H_{E_{пд}}$ и $\mathcal{E}H_{H_{пд}}$ - предельно допустимые значения энергетической нагрузки в течение рабочего дня, (В / м)² · ч и (А / м)² · ч (табл. 1.32).

Таблица 1.32

Предельно допустимые значения $E_{пд}, H_{пд}, \mathcal{E}H_{E_{пд}}$ и $\mathcal{E}H_{H_{пд}}$

Параметр	Предельные значения в диапазонах частот, МГц		
	от 0,06 до 3	св. 3 до 30	св. 30 до 300
$E_{пд}, В / м$	500	300	80
$H_{пд}, А / м$	50	-	-
$\mathcal{E}H_{E_{пд}} (В / м)^2 \cdot ч$	20000	7000	800
$\mathcal{E}H_{H_{пд}} (А / м)^2 \cdot ч$	200	-	-

Одновременное воздействие электрического и магнитного полей в диапазоне частот от 0,06 до 3 МГц следует считать допустимым при условии

$$\frac{\mathcal{E}H_E}{\mathcal{E}H_{E_{пд}}} + \frac{\mathcal{E}H_H}{\mathcal{E}H_{H_{пд}}} \leq 1,$$

где $\mathcal{E}H_E$ и $\mathcal{E}H_H$ - энергетические нагрузки, характеризующие воздействия электрического и магнитного полей.

В диапазоне частот 300 МГц - 300 ГГц (табл. 1.31) интенсивность ЭМП характеризуется поверхностной плотностью потока энергии (далее плотность потока энергии - ППЭ, Вт · м⁻²), энергетическая нагрузка представляет собой произведение плотности потока энергии поля на время его воздействия

$$\mathcal{E}N_{ППЭ} = ППЭ \cdot \tau.$$

В диапазоне частот 300 МГц - 300 ГГц в случае одновременно работающих источников оценку воздействия допускается проводить путем суммирования значений ППЭ, измеренных от каждого источника.

Суммарная энергетическая нагрузка $\mathcal{E}N_{ППЭ_{сум}}$, Вт · ч · м⁻², при этом вычисляется по формуле:

$$\mathcal{E}N_{ППЭ_{сум}} = \mathcal{E}N_{ППЭ_n} + 0,1\mathcal{E}N_{ППЭ_{пр}},$$

где $\mathcal{E}N_{ППЭ_n}$ - энергетическая нагрузка от непрерывного облучения ; $\mathcal{E}N_{ППЭ_{пр}}$ - энергетическая нагрузка от прерывистого облучения (вращающимися и сканирующими антеннами). В этом случае $\mathcal{E}N_{ППЭ_{сум}}$ не должна превышать 2 Вт · ч · м⁻².

1.6.Определение показателя безопасности труда

Исходные данные

Таблица 1.34

К расчету показателя эргономичности по физиологическому и психологическому критерию

Вариант	$T_{осн}$, с	$T_{лиш}$, с	T_p , ч	$N_{пр}$, мин ⁻¹	$n_{шт}$	$N_{общ}$
01	2900	700	7,0	8	25	31
02	2160	1440	7,8	8	23	36
03	2480	1120	7,8	8	22	34

Таблица 1.35

К расчету показателя эргономичности по гигиеническому критерию

Вариант	Температура воздуха, °С		Скорость воздуха, м/с		Влажность воздуха (факт.), %	Содержание вредных веществ, мг/м ³		Уровень шума (факт.), дБА
	факт.	норма	факт.	норма		факт.	норма	
01	21	18	0,5	0,3	80	400	300	90
02	21	18	0,5	0,3	80	9	6	95
03	21	18	0,5	0,3	80	350	300	96

Примечание. Относительная влажность воздуха (норма) – 60%; уровень звукового давления (норма) – 80 дБА.

Таблица 1.36

К расчету показателя травмобезопасности

Вариант	Фактическое количество нарушений требований инструкций по охране труда				
	общих	перед началом работы	во время работы	в аварийных ситуациях	по окончании работы
01	3	4	4	2	3
02	2	2	3	3	2
03	4	3	2	2	3

Порядок выполнения задания

1. Определить физиологический критерий и его весомость.
2. Определить психологический критерий и его весомость.
3. Вычислить факторный коэффициент, учитывающий влияние вредных производственных факторов (шума, температуры, относительной влажности, подвижности воздуха, вредных веществ).
4. Выполнить расчет гигиенического критерия и его весомости.
5. Рассчитать показатель травмобезопасности.
6. Вычислить значение показателя безопасности труда на рабочем месте.
7. Выполнить отчет о проделанной работе.

Методические указания

Показатель безопасности труда на рабочем месте вычисляют как произведение двух показателей:

$$K_6 = K_3 K_{тр},$$

где K_3 - показатель эргономичности; $K_{тр}$ - показатель травмобезопасности рабочего места.

Показатель эргономичности определяют по формуле [13]:

$$K_3 = \frac{K_\phi q_\phi + K_n q_n + K_z q_z}{q_\phi + q_n + q_z},$$

где K_ϕ, K_n, K_z - соответственно физиологический, психологический и гигиенический оценочные критерии; q_ϕ, q_n, q_z - соответственно весомости физиологического, психологического и гигиенического критериев K_ϕ, K_n, K_z .

Физиологический критерий определяют по формуле

$$K_\phi = \frac{T_{осн}}{T_{осн} + T_{лиш}},$$

где $T_{осн}$ - суммарная продолжительность основных микроэлементов технологической операции, с; $T_{лишн}$ - суммарная продолжительность лишних микроэлементов технологической операции, с.

Весомость физиологического критерия представляет собой следующее отношение

$$q_{\phi} = \frac{T_p}{\Phi_p},$$

где T_p - затраты рабочего времени на выполнение ручных приемов и перемещения в течение рабочего дня, ч; Φ_p - продолжительность рабочего дня, ч.

Для определения психологического критерия пользуются выражением

$$K_n = \frac{7,5}{N_{np}},$$

где N_{np} - количество рабочих приемов, выполняемых в течение одной минуты.

Весомость психологического критерия определяют в виде следующего отношения

$$q_n = \frac{n_{инт}}{N_{общ}},$$

$n_{инт}$ - количество приемов, требующих интеллектуальных усилий работника на данном рабочем месте (выполнение измерений с помощью приборов, наблюдение за процессом, считывание информации и др.); $N_{общ}$ - общее количество приемов, выполняемых по данной операции.

Для определения гигиенического критерия пользуются выражением

$$K_z = \frac{\sum_{i=1}^n \kappa_i}{N_{\phi}},$$

κ_i - коэффициенты вредных производственных факторов (факторные коэффициенты); N - количество анализируемых факторов.

В случае анализа воздействия производственного шума, климатических факторов (температуры, относительной влажности, подвижности воздуха), а также вредных веществ (паров, газов) в воздухе рабочей зоны факторный коэффициент равен

$$\kappa_i = \frac{H_i}{\Phi_i}.$$

Если измеренное значение уровня фактора соответствует норме, то соответствующий факторный коэффициент κ_i принимается равным 1.

Для определения весомости гигиенического критерия применяют формулу

$$q_z = \frac{n^*}{N_{\phi}},$$

где n^* - количество вредных производственных факторов, не соответствующих норме; N_{ϕ} - общее количество измеренных факторов.

Показатель травмобезопасности [13]:

$$K_{тр} = 1 - 0,01 N_{сум},$$

где $N_{сум}$ - суммарное число обнаруженных нарушений требований инструкций по охране труда на рабочем месте.

2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

2.1. Оценка уровня производственного травматизма

Таблица 2.1

Исходные данные

Вариант	$N_{ср}$, чел.	n	n^*	D , чел.-день	$n_{p.z}$	T_p , ч
1	500	10	1	111	212	6,0
2	530	11	1	121	206	7,4
3	760	10	1	84	214	7,6

Порядок выполнения задания

1. Вычислить коэффициент частоты несчастных случаев.
2. Определить коэффициент тяжести несчастных случаев.
3. Рассчитать коэффициент частоты несчастных случаев со смертельным исходом.
4. Выполнить расчет коэффициента потерь рабочего времени (коэффициента нетрудоспособности).
5. Определить вероятность нахождения работника на предприятии в течение года.
6. Вычислить вероятность выполнения работы в течение рабочего дня.
7. Определить ожидаемый (прогнозируемый) риск смертности работника.
8. Сравнить расчетное значение ожидаемого (прогнозируемого) риска смертности с аналогичным показателем в промышленно развитых странах.
9. Выполнить отчет о проделанной работе.

Методические указания

Оценку уровня производственного травматизма на предприятии, в организации, учреждении проводят с помощью коэффициента частоты K_c несчастных случаев на производстве, коэффициента тяжести K_m несчастных

случаев, коэффициента потерь K_n рабочего времени в результате утраты трудоспособности из-за несчастных случаев.

Коэффициент частоты K_v выражает число несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих за анализируемый период:

$$K_v = \frac{n}{N_{cp}} \cdot 1000,$$

где n - число несчастных случаев на предприятии за отчетный период; N_{cp} - средняя списочная численность работников на предприятии.

Коэффициент тяжести несчастных случаев K_m характеризует среднюю длительность нетрудоспособности

$$K_m = \frac{D}{n_1},$$

где D - суммарное число человеко-дней нетрудоспособности по всем несчастным случаям; n_1 - число несчастных случаев без учета смертельных исходов.

Коэффициент частоты несчастных случаев со смертельным исходом выражает число несчастных случаев из расчета на 1000 работников за отчетный период (обычно за год):

$$K_{ч.см} = \frac{n^*}{N_{cp}} \cdot 1000.$$

Для оценки уровня нетрудоспособности вводят коэффициент потерь рабочего времени (коэффициент нетрудоспособности) K_n :

$$K_n = \frac{D}{N_{cp}} \cdot 1000.$$

Ожидаемый (прогнозируемый) риск R смертности - произведение частоты β реализации конкретной опасности на произведение вероятностей нахождения человека в зоне риска при различном регламенте технологического процесса [2]:

$$R = \beta \prod_i^n p_i (i = 1, 2, 2, \dots, n),$$

где β - частота несчастных случаев со смертельным исходом от производственных опасностей, $чел^{-1} \cdot год^{-1}$; $\prod_i^n p_i (i = 1, 2, 3, \dots, n)$ - произведение вероятностей нахождения работника в «зоне риска».

Частоту несчастных случаев определяют как отношение

$$\beta = \frac{n^*}{N_{cp}},$$

где n^* - число несчастных случаев со смертельным исходом на предприятии за отчетный период; N_{cp} - средняя списочная численность работников на предприятии.

Произведение вероятностей нахождения работника в «зоне риска» в случае рассмотрения двух вероятностей p_1 и p_2 :

где p_1 - вероятность нахождения работника на предприятии в течение года (определяется как отношение $n_{p,г} / 365$, здесь $n_{p,г}$ - число фактически отработанных дней в году); p_2 - вероятность выполнения работы в течение рабочего дня (определяется как отношение T_p / Φ_0 , здесь T_p - фактическая продолжительность рабочего времени в течение одного дня; Φ_0 - продолжительность рабочего дня, принимается равной 8 ч).

Таблица 2.2

Риск смертности человека в промышленно развитых странах

Источник опасности	Результат воздействия опасности	Уровень риска
Техносфера	Несчастные случаи в быту, на транспорте, заболевания от загрязнения окружающей среды	$R_{cp} = 1 \cdot 10^{-3}$
Профессиональная деятельность	Профессиональные заболевания, несчастные случаи на производстве	$R < 10^{-4}$ (безопасный) $R = 10^{-4} \dots 10^{-3}$ (относительно безопасный) $R = 10^{-3} \dots 10^{-2}$ (опасный) $R > 10^{-2}$ (особо опасный)

В настоящее время по международной договоренности принято считать, что действие техногенных опасностей (технический риск) должно находиться в пределах $10^{-7} \dots 10^{-6}$ (смертельных случаев $чел^{-1} \cdot год^{-1}$), а величина 10^{-6} является максимально приемлемым уровнем индивидуального риска.

2.2. Расчет защитного заземления электроустановок

Исходные данные

Таблица 2.5

Вариант	$\rho, Ом \cdot м$	$l_m, м$	$d_m, м$	$L_{30}, м$	$d_n, м$
1	150	2,5	0,032	36	2,0
2	100	2,0	0,032	42	1,8
3	200	3,0	0,032	48	2,3

Порядок выполнения задания

1. Выполнить расчет сопротивления растеканию тока через одиночный трубчатый заземлитель.
2. Определить ориентировочное число вертикальных заземлителей.
3. Определить число вертикальных заземлителей с учетом коэффициента экранирования.
4. Выполнить расчет сопротивления растеканию электрического тока через соединительную полосу.
5. Вычислить результирующее сопротивление растеканию тока всего заземляющего устройства.
6. Сравнить полученное значение результирующего сопротивления с нормативным.
7. Выполнить отчет о проделанной работе.

Методические указания

В качестве *искусственных* заземлителей применяют вертикальные и горизонтальные электроды. Вертикальные электроды представляют собой стальные трубы длиной 2,5...3,0 м и диаметром 32 мм со стенкой толщиной не менее 3,5 мм и угловую сталь с полками толщиной не менее 4 мм. На электрических установках напряжением до 1000 В одиночные заземлители соединяют стальной полосой сечением не менее 4 * 12 мм (в задании сечение равняется 4 * 40 мм).

Для установки вертикальных заземлителей предварительно роют траншею глубиной 0,7...0,8 м, затем трубы или уголки заглубляют копрами, гидропрессами и т.п.

В установках напряжением до 1000 В допустимое сопротивление $r_{\text{доп}}$ заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом в любое время года.

Удельное сопротивление ρ , Ом * м, грунта выбирают в зависимости от его типа (для песка оно равно 400...700, для супеси – 150...400, для суглинка – 40...150, для глины – 8...70, для чернозема – 9...53).

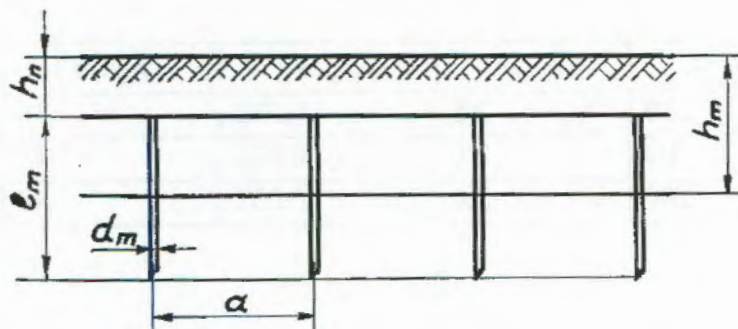


Рис. 2.2. Схема заземляющего устройства

Величину сопротивления растеканию тока через одиночный трубчатый заземлитель, размещенный в земле, определяют по следующей формуле [11]:

$$R_m = \frac{\rho}{2\pi l_m} \left[\ln \frac{2l_m}{d_m} + 0,5 \ln \frac{4h_m + l_m}{4h_m - l_m} \right].$$

Определяют ориентировочное число n вертикальных заземлителей:

$$n = L_{30} / a,$$

где L_{30} - периметр здания, м; a - расстояние между вертикальными заземлителями, м (выбирают из ряда: $a = 3j$; $j = 1, 2, 3, \dots$, для каждого значения a рассчитывают число n).

Определяют число n_3 вертикальных заземлителей с учетом коэффициента экранирования:

$$n_3 = R_m / (r_{дон} \eta_m).$$

Для дальнейших расчетов выбирают то значение n_3 , для которого выполняется условие: $n_3 \geq n$. Значения коэффициента η_m экранирования вертикальных заземлителей приведены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Значения коэффициента η_m вертикальных заземлителей (труб, уголков и др.), размещенных по контуру здания

Отношение a/l_m	Число заземлителей						
	4	6	10	20	40	60	100
1	0,69	0,61	0,55	0,47	0,41	0,39	0,36
2	0,78	0,73	0,68	0,63	0,58	0,55	0,52
3	0,85	0,80	0,75	0,71	0,66	0,64	0,62
4	0,90	0,86	0,82	0,79	0,74	0,72	0,71
5	0,96	0,93	0,88	0,87	0,83	0,81	0,79

Сопротивление растеканию электрического тока через соединительную полосу [11]:

$$R_n = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{L^2}{h_n d_n}.$$

где L - длина соединительной полосы, м; h_n - расстояние от поверхности земли до осевой линии горизонтального заземлителя (соединительной полосы) равняется 0,8 м; d_n - диаметр соединительной полосы (принять равным 20 мм).

Результирующее сопротивление $R_{рез}$ растеканию тока всего заземляющего устройства:

$$R_{рез} = \frac{R_m R_n}{R_m \eta_n + R_n n_3 \eta_m}.$$

значения коэффициента η_n экранирования соединительной полосы представлены в табл. 2.6.

Таблица 2.6

Значения коэффициента η_n экранирования соединительной полосы

Отношение a/l_m	Число заземлителей						
	4	6	10	20	40	60	100
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
4	0,78	0,72	0,64	0,51	0,45	0,41	0,38
5	0,87	0,80	0,71	0,57	0,50	0,47	0,42

2.3. Определение класса взрывопожароопасной зоны производственного помещения

Таблица 2.7

Исходные данные

Вариант	$V_{об}$, л	κ , ч ⁻¹	$\Delta p_{доп}$, кПа
1	2,8	1,0	10,0
2	2,5	6,0	18,5
3	1,3	8,0	19,0

Порядок выполнения задания

1. Определить интенсивность испарения горючего вещества.
2. Вычислить массу испарившегося ацетона в объем помещения за время аварийной ситуации.
3. Найти (расчетом) стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания ацетона.
4. Определить стехиометрическую концентрацию (по объему) паров ацетона.
5. Рассчитать концентрацию (по объему) насыщенных паров ацетона.
6. Определить свободный объем помещения.
7. Определить время испарения жидкости.
8. Выполнить расчет коэффициента, учитывающего снижение массы паров легковоспламеняющейся жидкости (ЛВЖ), поступивших в объем помещения.
9. Рассчитать избыточное давление взрыва паров ацетона.

10. Найти (расчетом) плотность газа или пара при расчетной температуре.
11. Вычислить максимально возможную массу ЛВЖ, при аварийном выбросе которых еще можно относить помещение к невзрывопожароопасным.
12. Определить концентрацию (по объему) паров ЛВЖ при подвижности воздушной среды.
13. Рассчитать расстояния соответственно по осям X , Y , Z от источника, ограниченные нижним концентрационным пределом воспламенения (НКПВ).
14. Определить класс зоны помещения по взрывопожароопасности.
15. Сделать заключение.
16. Выполнить отчет о проделанной работе.

Методические указания

Интенсивность $u_{исп}$, $\text{кг/с}\cdot\text{м}^2$, испарения горючего вещества в соответствии с [7, 14]

$$u_{исп} = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot p_{нас};$$

где η - коэффициент, принимаемый по табл. 2.8 в зависимости от скорости и температуры воздушного потока над поверхностью испарения (скорость воздушного потока u_e в помещении при работе аварийной вентиляции равна 1,0 м/с; температура ацетона равна температуре воздуха и составляет 293 К); при $u_e = 1,0$ м/с и $T = 293$ К значение $\eta = 7,7$; M - молекулярная масса ацетона, равная 58; $p_{нас}$ - давление насыщенных паров при расчетной температуре, равное 24,54 кПа).

Масса m_n , кг, испарившегося ацетона в объем помещения за время аварийной ситуации, равное 3600 с

$$m_n = \rho_a \cdot V_a,$$

где ρ_a - плотность ацетона, равная 792 кг/м^3 ; V_a - объем поступившего в помещение ацетона, м^3 .

Таблица 2.8

Значения коэффициента η

Скорость воздушного потока помещения, м/с	Температура в помещении, °С				
	10	15	20	30	35
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,1	3,0	2,6	2,4	1,8	1,6
0,2	4,6	3,8	3,5	2,4	2,3
0,5	6,6	5,7	5,4	3,6	3,2
1,0	10,0	8,7	7,7	5,6	4,6

Стехиометрический коэффициент β_1 кислорода в реакции сгорания ацетона

$$p_l = n_c + \frac{n_n \cdot x - n_o}{4} - \frac{n_x}{2};$$

где n_c , n_n , n_o , n_x – соответственно число атомов углерода, водорода, кислорода и галоидов в молекуле горючего вещества, в частности, в молекуле ацетона эти числа представлены следующим образом: $n_c = 3$; $n_n = 6$; $n_o = 1$; $n_x = 0$.

Стехиометрическая концентрация $c_{ст}$, % (по объему) паров ацетона

$$c_{ст} = \frac{100}{1 + 4,84\beta_1}.$$

Концентрация $c_{нас}$, % (по объему) насыщенных паров ацетона

$$c_{нас} = \frac{p_{нас}}{p_o} \cdot 100,$$

где p_o – атмосферное давление, равное 101 кПа.

Отношение x концентраций

$$x = \begin{cases} c_{нас}/c^*, & \text{если } c_{нас} \leq c^*, \\ 1, & \text{если } c_{нас} > c^*; \end{cases}$$

где $c^* = \varphi c_{ст}$; здесь φ – эффективный коэффициент избытка горючего, принимаемый равным 1,9.

В нашем случае $c_{нас} > c^*$, поэтому $x = 1$ и коэффициент z участия паров ацетона в реакции горения равен 0,3 (табл. 2.9).

Таблица 2.9

Зависимость коэффициента z от отношения концентраций x [22]

x	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
z	0	0,10	0,20	0,24	0,27	0,29	0,30

Свободный объем $V_{св}$, м³, помещения

$$V_{св} = 0,8 \cdot V_n;$$

где V_n – объем помещения по габаритным размерам, м³.

Время $\tau_{исп}$, ч, испарения жидкости

$$\tau_{исп} = \frac{m_n}{u_{исп} \cdot S};$$

где S – площадь разлива ацетона, м², определяется из условия, что весь объем поступившего в помещение ацетона разливается толщиной пленки, равной 1 мм.

Коэффициент $\kappa_{лвж}$, учитывающий снижение массы паров легковоспламеняющейся жидкости (ЛВЖ), поступивших в объем помещения

$$\kappa_{лвж} = \kappa \cdot \tau_{исп} + 1;$$

где κ – кратность воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией, ч⁻¹.

Избыточное давление Δp_{max} , кПа, взрыва паров ацетона

$$\Delta p_{max} = p_{max} - p_o;$$

где p_{max} – максимальное давление взрыва стехиометрической паровоздушной смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным; при отсутствии данных допускается принимать равным 900 кПа.

Плотность $\rho_{z.n}$, кг/м³, газа или пара при расчетной температуре вычисляется по формуле

$$\rho_{z.n} = \frac{M}{V_o(1+0,00367 \cdot t_p)};$$

где M – молярная масса, кг/кмоль; V_o – мольный объем, равный 22,413 м³/кмоль; t_p – расчетная температура, °С, допускается принимать ее равной 61 °С.

Максимально возможная масса m_{max} , кг, ЛВЖ, при аварийном выбросе которых еще можно относить помещение к невзрывопожароопасным:

$$m_{max} = \frac{\Delta p_{доп} \cdot c_{ст} \cdot V_{св} \cdot \rho_{z.n} \cdot K_{лвж}}{\Delta p_{max} \cdot 100 \cdot z};$$

где $\Delta p_{доп}$ – предельно допустимый рост давления для конструкций зданий и оборудования; допускается принимать значения $\Delta p_{доп}$, равные максимальному избыточному давлению, приводящему к повреждению строительных конструкций и оборудования (табл. 2.10).

Если масса m_n испарившейся ЛВЖ больше максимально возможной массы m_{max} , то помещение относится к взрывопожароопасным.

Концентрация c_o , % (по объему) паров ЛВЖ при подвижности воздушной среды

$$c_o = c_{нас} \cdot \left(\frac{m_i \cdot 100}{\tilde{n}_{i,air} \cdot \rho_{a,i} \cdot V_{i,air} \cdot K_{i,air}} \right)^{0,46}.$$

Таблица 2.10

Степени разрушения, возгорания сооружений, объектов
в зависимости от Δp

Наименование объекта	Степень разрушения при Δp , кПа		
	Слабое	Среднее	Сильное
Многоэтажное кирпичное здание (эт.> 3)	8...12	12...20	20...30
Деревянное здание	6...8	8...12	12...20
Грузовая машина	20...30	40...50	50...60
Резервуар ГСМ	10...30	30...50	50...100

Расстояния $X_{нкпв}$, $Y_{нкпв}$, $Z_{нкпв}$ соответственно по осям X , Y , Z от источника, ограниченные нижним концентрационным пределом воспламенения (НКПВ), рассчитывают по формулам:

$$X_{нкпв} = \kappa_1 \cdot A \cdot \left(\kappa_2 \ln \frac{\delta c_o}{НКПВ} \right)^{0,5};$$

$$Y_{нкпв} = \kappa_1 \cdot B \cdot (\kappa_2 \cdot \ln \frac{\delta \cdot c_0}{НКПВ})^{0,5};$$

$$Z_{нкпв} = \kappa_3 \cdot H \cdot (\kappa_2 \cdot \ln \frac{\delta \cdot c_0}{НКПВ})^{0,5};$$

где κ_1 - коэффициент, принимаемый равным 1,1958 для паров ЛВЖ; κ_2 - коэффициент, принимаемый равным $\kappa_2 = \tau_{исп} / 3600$; κ_3 - коэффициент, принимаемый равным 0,3536 для паров ЛВЖ при подвижности воздушной среды; A, B, H - соответственно длина, ширина, высота помещения, м; δ - допустимое отклонение концентрации при задаваемом уровне значимости $\gamma = 0,05$ (табл. 2.11); НКПВ = 2,91 % (по объему).

При отрицательных значениях логарифмов расстояния $X_{нкпв}$, $Y_{нкпв}$, $Z_{нкпв}$ принимаются равными 0.

При определении размеров (радиуса R и высоты h) пожаровзрывоопасной зоны исходят из того, что для паров ЛВЖ эта зона будет представлять цилиндр радиусом R и высотой $h > Z_{нкпв}$; при этом $R > X_{нкпв}$, $R > Y_{нкпв}$.

По табл. 2.12 определяют класс зоны помещения по взрывопожароопасности.

Таблица 2.11

Значения допустимых отклонений δ концентраций при уровне значимости γ

Характер распределения концентраций	γ	δ
Для паров ЛВЖ при подвижности воздушной среды	0,1	1,21
	0,05	1,27
	0,01	1,38
	0,003	1,45
	0,001	1,51

Таблица 2.12

Классификация зон помещений по взрывопожароопасности

Кл	Характеристика
ассы	
В-I	Могут образоваться взрывоопасные смеси в объеме более 5% объема помещения (при нормальных условиях работы)
В-I А	Взрывоопасные смеси в объеме более 5% объема помещения образуются лишь при авариях и неисправностях
В-I Б	Имеются горючие газы и пары с НКП $\geq 15\%$ по объему, а также обладающие резким запахом; возможно образование лишь локальных взрывоопасных смесей в объеме менее 5% объема помещения
В-I Г	Наружные установки, содержащие горючие газы и ЛВЖ

В-II	Могут образовываться взрывоопасные пылевоздушные смеси при нормальном режиме работы
В-II А	Могут образовываться взрывоопасные пылевоздушные смеси только при авариях и неисправностях
П-I	Содержатся горючие жидкости
П-II	Содержатся горючие пыли с НКП > 65 г/м ³
П-II А	Содержатся твердые горючие материалы, не образующие взрывоопасные смеси
П-III	Наружные установки с горючими жидкостями или твердыми горючими материалами

2.4. Расчет массы газового огнетушащего вещества

Таблица 2.22

Исходные данные

Вариант т	Размеры помещения, м			Горючий материал	T _м , К	H*, м	П, м ^{0,5} · с ⁻¹	∑ F _н , м ²
	А	В	Н					
1	15	9	5	Ацетон	291	500	0,65	20
2	24	15	6	Растворитель 646	294	600	0,4	55
3	12	6	4	Спирт этиловый	297	700	0,1	12

Порядок выполнения

1. Определить массу углекислого газа, которая должна храниться в установке.
2. Выполнить отчет о проделанной работе.

Методические указания

В качестве газового огнетушащего вещества используется углекислый газ, плотность $\rho_0 = 1,98 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$.

Масса M углекислого газа, которая должна храниться в установке, определяется в соответствии с "НПБ 88-2001. Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования", по формуле

$$M = \kappa_1 \cdot V_p \cdot \rho_0 \cdot (1 + \kappa_2) \cdot \ln \frac{100}{100 - c_n},$$

где κ_1 - коэффициент, учитывающий утечки газового огнетушащего вещества из сосудов (принимают $\kappa_1 = 1,05$); κ_2 - коэффициент, учитывающий утечки газового огнетушащего вещества через проемы помещения, определяют по формуле

$$\kappa_2 = \Pi \cdot \delta \cdot \tau_{\text{под}} \cdot \sqrt{H},$$

здесь Π - параметр, учитывающий расположение проемов по высоте помещения, $\text{м}^{0,5} \cdot \text{с}^{-1}$ ($\Pi = 0,65$ - при расположении проемов одновременно в нижней ($0 \dots 0,2$) H и верхней зоне ($0,8 \dots 1,0$) H помещения или одновременно на потолке и на полу помещения, причем площади проемов в нижней и верхней части примерно равны и составляют половину суммарной площади проемов; $\Pi = 0,1$ - при расположении проемов только в верхней зоне ($0,8 \dots 1,0$) H защищаемого помещения (или на потолке); $\Pi = 0,25$ - при расположении проемов только в нижней зоне ($0 \dots 0,2$) H помещения (или на полу); $\Pi = 0,4$ - при примерно равномерном распределении площади проемов по всей высоте помещения и во всех остальных случаях; $\delta = \frac{\sum F_n}{V_p}$ - параметр негерметичности помещения, м^{-1} ; где $\sum F_n$ - суммарная площадь проемов, м^2 ; $\tau_{\text{под}}$ - нормативное время подачи газового огнетушащего вещества в помещение, с ($\tau_{\text{под}} = 120$ с); H - высота помещения, м; V_p - расчетный объем помещения, м^3 (объем оборудования, находящегося в помещении, из него не вычитается); ρ_1 - плотность газового огнетушащего вещества с учетом высоты защищаемого объекта относительно уровня моря, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$, определяется по формуле

$$\rho_1 = \rho_0 \cdot \frac{T_0}{T_m} \cdot \kappa_3,$$

здесь ρ_0 - плотность паров газового огнетушащего вещества при температуре $T_0 = 293$ К (20 °С) и атмосферном давлении $101,3$ кПа; T_m - минимальная температура воздуха в помещении, К; κ_3 - поправочный коэффициент, учитывающий высоту H^* , м, расположения объекта относительно уровня моря (табл. 2.23); c_n - нормативная объемная концентрация, % (об.) (табл.2.24).

Таблица 2.23

Значения поправочного коэффициента κ_3

H^* , м	κ_3	H^* , м	κ_3
0,0	1,00	900	0,89
300	0,96	1200	0,86
600	0,93	1500	0,82

Таблица 2.24

Нормативная объемная огнетушащая концентрация двуокиси углерода (CO_2)

Наименование горючего материала	ГОСТ, ТУ, ОСТ	Нормативная объемная огнетушащая концентрация, % (об.)
Ацетон технический	ГОСТ 2768 - 84	33,7

Керосин осветительный	ТУ 38401-58-10-90	32,6
Растворитель 646	ГОСТ 18188-72	32,1
Спирт изобутиловый	ГОСТ 6016-77	33,2
Спирт этиловый	ГОСТ 183000-87	35,7
Толуол	ГОСТ 5789 -78	30,9

Литература

1. Вержбицкий В. В. Основы сооружения объектов транспорта нефти и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Вержбицкий В. В., Прачев Ю. Н. - Ставрополь: СКФУ, 2014. - 154 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457777>
2. Земенков Ю. Д. Справочник инженера по эксплуатации нефтегазопроводов и продуктопроводов [Электронный ресурс]: справочник. - М.: Инфра-Инженерия, 2006. - 928 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=70512>
3. Крец, В.Г. Машины и оборудование газонефтепроводов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Г. Крец, А.В. Рудаченко, В.А. Шмурыгин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 376 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/81563/#1>

Приложения

Выбор типа и расчет необходимого количества огнетушителей

Выбор типа и расчет необходимого количества огнетушителей на объекте следует производить в зависимости от их огнетушащей способности, предельной площади, а также класса пожара горючих веществ и материалов:

класс А - пожары твердых веществ, в основном органического происхождения, горение которых сопровождается тлением (древесина, текстиль, бумага);

класс В - пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ;

класс С - пожары газов;

класс D - пожары металлов и сплавов;

класс (Е) - пожары, связанные с горением электроустановок.

Если возможны комбинированные очаги пожара, то при выборе огнетушителя предпочтение отдается более универсальному по области применения.

Для предельной площади помещений разных категорий (максимальной площади, защищаемой одним или группой огнетушителей) необходимо предусматривать число огнетушителей одного из типов, указанных в табл.2

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должны размещаться не менее двух ручных огнетушителей.

Помещения категории Д могут не оснащаться огнетушителями, если их площадь не превышает 100 м².

При наличии нескольких небольших помещений одной категории пожарной опасности количество необходимых огнетушителей определяется согласно табл. 1 с учетом суммарной площади этих помещений.

Огнетушители, отправленные на перезарядку, должны заменяться соответствующим количеством заряженных огнетушителей.

Таблица П.1

Нормы оснащения помещений ручными огнетушителями

Категория помещения	Предельная защищаемая площадь, м ²	Класс пожара	Пенные и водные огнетушители и вместимость 10 л	Порошковые огнетушители вместимостью, л/ массой огнетушащего вещества, кг			Хладонные огнетушители и вместимость, л ² (3) л	Углекислотные огнетушители вместимостью, л / массой огнетушащего вещества, кг	
				2 / 2	5 / 4	10 / 9		2 / 2	5 (8) / 3 (5)
				1	2	3		4	5
А, Б, В	200	А	2++	-	2+	1++	-	-	-
		В	4+	-	2+	1++	4+	-	-
1	2	С	-	-	2+	1++	4+	-	-
		Д	-	-	2+	1++	-	-	-
		(Е)	-	-	2+	1++	-	-	2++
В	400	А	2++	4+	2++	1+	-	-	2+
		Д	-	-	2+	1++	-	-	-
		(Е)	-	-	2++	1+	2+	4+	2++
Г	800	В	2+	-	2++	1+	-	-	-
		С	-	4+	2++	1+	-	-	-
Г, Д	1800	А	2++	4+	2++	1+	-	-	-
		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:

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

2. Для порошковых и углекислотных огнетушителей приведена двойная маркировка: старая маркировка по вместимости корпуса, л / новая маркировка по массе огнетушащего состава, кг. При оснащении помещений порошковыми и углекислотными огнетушителями допускается использовать огнетушители как со старой, так и с новой маркировкой.

3. 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.

4. В замкнутых помещениях объемом не более 50 м³ для тушения пожаров вместо переносных огнетушителей, или дополнительно к ним, могут быть использованы огнетушители самосрабатывающие порошковые.

При защите помещений ЭВМ, телефонных станций, музеев, архивов и т.д. следует учитывать специфику взаимодействия огнетушащих веществ с защищаемым оборудованием, изделиями, материалами и т.п. Данные помещения следует оборудовать хладоновыми и углекислотными огнетушителями с учетом предельно допустимой концентрации огнетушащего вещества.

Помещения, оборудованные автоматическими стационарными установками пожаротушения, обеспечиваются огнетушителями на 50%, исходя из расчетного количества.

Расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать 20 м для общественных зданий и сооружений; 30 м - для помещений категорий А, Б и В; 40 м - для помещений категории Г; 70 м - для помещений категорий Д.

На объекте должно быть определено лицо, ответственное за приобретение, ремонт, сохранность и готовность к действию первичных средств пожаротушения. Учет проверки наличия и состояния первичных средств пожаротушения следует вести в специальном журнале произвольной формы.

Каждый огнетушитель, установленный на объекте, должен иметь порядковый номер, нанесенный на корпус белой краской. На него заводят паспорт по установленной форме.

Огнетушители должны всегда содержаться в исправном состоянии, периодически осматриваться, проверяться и своевременно перезаряжаться.

Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, проходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей. Их следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,5 м.

Для размещения первичных средств пожаротушения, немеханизированного инструмента и пожарного инвентаря в производственных и складских помещениях, не оборудованных внутренним противопожарным водопроводом и автоматическими установками пожаротушения, а также на территории предприятий (организаций), наружных технологических установок этих предприятий на расстоянии более 100 м от наружных пожарных водосточников должны оборудоваться пожарные щиты. Необходимое количество пожарных щитов и их тип определяются в зависимости от категории помещений, зданий (сооружений) и наружных технологических установок по взрывопожарной и пожарной опасности, предельной защищаемой площади одним пожарным щитом и класса пожара в соответствии с табл. П.2.

Таблица П.2

Нормы оснащения зданий (сооружений) и территорий пожарными щитами

Наименование функционального назначения помещений и категория помещений или наружных технологических установок по взрывопожарной и пожарной опасности	Предельная защищаемая площадь одним пожарным щитом, м ²	Класс пожара	Тип щита
А, Б и В (горючие газы и жидкости)	200	А	ЩП-А
		В	ЩП-В
		(Е)	ЩП-Е
В (твердые горючие вещества и материалы)	400	А	ЩП-А
		(Е)	ЩП-Е
Г и Д	1800	А	ЩП-А
		В	ЩП-В
		(Е)	ЩП-Е
Помещения и открытые площадки предприятий (организаций) по первичной переработке сельскохозяйственных культур	1000	-	ЩП-СХ
Помещения различного назначения при проведении сварочных или других огнеопасных работ	-	А	ЩПП

Обозначения:

ЩП-А - щит пожарный для очагов пожара класса А;

ЩП-В - щит пожарный для очагов пожара класса В;

ЩП-Е - щит пожарный для очагов пожара класса Е;

ЩП-СХ - щит пожарный для сельскохозяйственных предприятий (организаций);

ЩПП - щит пожарный передвижной.

Пожарные щиты комплектуются первичными средствами пожаротушения, немеханизированным пожарным инструментом и инвентарем в соответствии с табл. П.3.

Таблица П.3

Нормы комплектации пожарных щитов

№ № п/п	Наименование первичных средств пожаротушения, немеханизированного инструмента и инвентаря	Нормы комплектации в зависимости от типа пожарного щита и класса пожара				
		ЩП-А кл. А	ЩП-В класс В	ЩП-Е класс Е	ЩП-СХ	ЩПП
1	Огнетушители: воздушно-пенные (ОВП) вместимостью 10 л	2+	2+	-	2+	2+
	порошковые (ОП) вместимостью, л/ массой огнетушащего состава, кг					
	10/9	1++	1++	1++	1++	1++
	5/4	2+	2+	2+	2+	2+
	углекислотные (ОУ) вместимостью, л/ массой огнетушащего состава, кг					
	5/3	-	-	2+	-	-
2	Лом	1	1		1	1
3	Багор	1			1	
4	Крюк с деревянной рукояткой			1		
5	Ведро	2	1		2	1
6	Комплект для резки электропроводов: ножницы, диэлектрические боты и коврик			1		
7	Асбестовое полотно, грубошерстная ткань или войлок (кошма, покрывало из негорючего материала)		1	1	1	1
8	Лопата штыковая	1	1		1	1
9	Лопата совковая	1	1	1	1	
10	Вилы				1	
11	Тележка для перевозки оборудования					1
12	Емкость для хранения воды объемом, м ³ : 0,2 0,02	1			1	
						1
13	Ящик с песком		1	1		
14	Насос ручной					1
15	Рукав Ду 18-20 длиной 5 м					1
16	Защитный экран 1,4*2 м					6
17	Стойки для подвески экранов					6

Примечания:

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

2. Значения знаков "++", "+" и "-" приведены в примечании 3 табл. П.1.

Бочки для хранения воды, устанавливаемые рядом с пожарным щитом, должны иметь объем не менее $0,2 \text{ м}^3$ и комплектоваться ведрами. Ящики для песка должны иметь объем $0,5$; $1,0$ или $3,0 \text{ м}^3$ и комплектоваться совковой лопатой. Конструкция ящика должна обеспечивать удобство извлечения песка и исключать попадание осадков.

Ящики с песком, как правило, должны устанавливаться со щитами в помещениях или на открытых площадках, где возможен розлив легковоспламеняющихся или горючих жидкостей.

Для помещений и наружных технологических установок категории А, Б и В по взрывопожарной и пожарной опасности запас песка в ящиках должен быть не менее $0,5 \text{ м}^3$ на каждые 500 м^2 защищаемой площади, а для помещений и наружных технологических установок категории Г и Д не менее $0,5 \text{ м}^3$ на каждые 1000 м^2 защищаемой площади.

Асбестовые полотна, грубошерстные ткани или войлок должны быть размером не менее $1 \times 1 \text{ м}$. В местах применения и хранения ЛВЖ и ГЖ размеры полотен могут быть увеличены до $2 \times 1,5 \text{ м}$ или $2 \times 2 \text{ м}$. Эти средства рекомендуется хранить в водонепроницаемых чехлах, упаковках, периодически (не реже 1 раза в три месяца) просушивать и очищать от пыли.

**Перечень основной и дополнительной учебной литературы,
необходимой для освоения дисциплины**

Основная литература

1. Вержбицкий В. В. Основы сооружения объектов транспорта нефти и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Вержбицкий В. В., Прачев Ю. Н. - Ставрополь: СКФУ, 2014. - 154 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457777>

Дополнительная литература

2. Традиционные и перспективные стали для строительства магистральных газонефтепроводов [Электронный ресурс]. - М.: Логос, 2010. - 315 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=85027>

3. Земенков Ю. Д. Справочник инженера по эксплуатации нефтегазопроводов и продуктопроводов [Электронный ресурс]: справочник. - М.: Инфра-Инженерия, 2005. - 928 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=70412>

4. Крец, В.Г. Машины и оборудование газонефтепроводов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Г. Крец, А.В. Рудаченко, В.А. Шмурыгин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 376 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/81563/#1>

Периодика

5. Российский журнал менеджмента [Текст]/ Санкт-Петербургский государственный университет ; Гл. ред. Бухвалов А. В. - СПб. : СПб гос. университет, 2018. - Выходит два раза в полугодие

6. Российский экономический журнал [Текст]/ ЗАО "ЭЖ МЕДИА" ; Гл. ред. Мелентьев А. Ю. - М : АНО "Академия менеджмента и бизнес-администрирования", апрель 2018. - Выходит три раза в полугодие

Чебоксарский институт (филиал) федерального
государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Московский
политехнический университет»

КОПИЯ ВЕРНА.

Пронумеровано, прошнуровано и скреплено печатью
21 (двадцать один) листов.

Директор филиала А.В. Агафонов

«04» 12 2019 г.

