

Бурашников Юрий Михайлович
Максимов Алексей Сергеевич

Сборник задач по курсу
«Безопасность жизнедеятельности»
Часть 1

Кафедра «Охрана труда,
окружающей среды,
строительство и сантехника»
Авторская редакция
Справка авторская
Компьютерная печать
М.П. Марковичевой

Печатное издание 2007 г.

Формат 30x42 1/8. Бумага типографская № 1. Печать офсетная.
Уч.-изд. л. 5,6. Тираж в 2,7. Тираж 800 экз. (№ экз. 11).

119000, Москва, Вильямовский пр., 11

ИИ МГУПИ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

Ю.М. Бурашников А.С. Максимов

**СБОРНИК ЗАДАЧ ПО КУРСУ
"БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ"**

Часть 1

(для студентов всех специальностей)

Рекомендовано Президиумом Научно-методического Совета МГУПП
в качестве учебного пособия

Утверждено
Президиумом НМС МГУПП
6 декабря 2006 года

Москва 2007

УДК 574:620.4(076.1)

Бурашников Ю.М., Максимов А.С. Сборник задач по курсу «Безопасность жизнедеятельности». Часть 1. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2007. – 60 с.

ISBN 5-230-12915-8

Сборник задач предназначен для проработки студентами инженерных задач в области обеспечения безопасности обслуживающего персонала при проведении технологических процессов и эксплуатации оборудования перерабатывающих предприятий с разбором характерных источников опасных факторов. Задачник подготовлен для студентов всех специальностей, изучающих дисциплину «Безопасность жизнедеятельности».

Табл. 61, библиогр.: 2 назв.

Рецензенты:

Климова Л.Г., начальник отдела охраны труда ОАО "Рот Фронт";
Комогоров Г.П., доцент кафедры "Сопротивление материалов, прикладная и теоретическая механика» МГУПП

ISBN 5-230-12915-8

© МГУПП, 2007

ВВЕДЕНИЕ

Основной целью курса "Безопасность жизнедеятельности" является научить будущих инженеров анализировать, выбирать, разрабатывать и эксплуатировать системы и методы защиты среды обитания, производственной, бытовой, природной, а также в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Эти знания и навыки должны обеспечить формирование инженера, как специалиста, способного самостоятельно решать разные вопросы безопасности жизнедеятельности на производстве, при разработке новой техники и технологий, разработке мероприятий по охране природной среды проживания человека, принимать правильные решения при дефиците времени и информации в аварийных ситуациях, при катастрофах и стихийных бедствиях.

Важное значение в формировании этих способностей принадлежит приобретению практических навыков проведения расчетов в области безопасности окружающей производственной (охрана труда) и природной среды, оценки экономических последствий неблагоприятных воздействий технических систем пищевых предприятий на эти среды, а также по прогнозированию чрезвычайных ситуаций, ликвидации последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и поражающих факторов мирного и военного времени.

При планировании и реализации мероприятий по улучшению окружающей производственной среды инженеры всех специальностей на пищевых предприятиях должны владеть методологией проведения основных расчетов, направленных на соблюдение требований охраны труда. В данных методических указаниях рассмотрены следующие вопросы:

- оценка величины воздухообмена в цехе, требуемого для обеспечения предельно допустимой концентрации вредных веществ (газов, паров пыли) в воздухе помещения, а также на рабочих местах;

- расчет вентиляции, обеспечивающей соблюдение норм микроклимата (температуры, влажности и подвижности воздуха) в рабочей зоне помещения и на рабочих местах;

- определение производительности воздушного душа, создающего допустимые параметры микроклимата на рабочем месте и предупреждающего тепловое переоблучение работающих;

- расчет теплоизоляции для технологического оборудования и трубопроводов, обеспечивающей нормативное значение температуры на ее поверхности;

- определение эффективности средств виброакустической защиты, обеспечивающей соблюдение предельно допустимых уровней шума и вибрации на рабочих местах;

- расчет естественного и искусственного освещения, создающих нормативные уровни освещенности в производственных помещениях и на рабочих местах;

- оценка пропускной способности и других параметров предохранительных устройств и средств безопасности для объектов, работающих под давлением (котлов, сосудов, компрессоров);

- определение количества вредных газов и паров, выделяющихся через неплотности аппаратуры и трубопроводов, работающих под давлением (холодильные и другие установки);

- расчет заземляющих устройств (естественных и искусственных) эксплуатируемого электрооборудования;

- расчет плавких предохранителей и отключающих устройств, предупреждающих возможность электрических травм на производстве;

- определение нормативного количества воды, требуемой для наружного и внутреннего тушения пожара в цехе и на предприятии в целом;

- определение основных показателей травматизма, необходимых для оценки фактического его состояния, анализа динамики и сопоставления результатов работы по предупреждению несчастных случаев в отдельных бригадах, цехах и на пищевом предприятии.

В методических указаниях приведены задачи, которые могут быть использованы как при проведении практических занятий по безопасности жизнедеятельности преподавателями, так и в качестве домашних заданий для студентов. Они также могут быть использованы студентами при самостоятельной проработке курса "Безопасность жизнедеятельности" с целью самоконтроля полученных знаний, закрепления проработанного теоретического материала, а также при проработке раздела "Охрана труда" дипломного проекта.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В каждом из разделов даны условия задач, приведены методические указания по их решению, необходимые для проведения расчетов.

Методические указания по каждому разделу содержат основные расчетные формулы и некоторые справочные данные, требуемые для решения задач.

Условия задач предусматривают необходимость проведения разных расчетов с целью определения отдельных, входящих в формулы величин, или использование нескольких формул для нахождения искомого результата. Поэтому одной из обязанностей решающего, при необходимости, является преобразование формул с целью приведения к виду, обеспечивающему определение искомой величины.

Условия задач приведены в общем виде и для каждой из них дано 5 вариантов исходных данных.

Рекомендуется следующий порядок приобретения навыка в решении задач. После ознакомления с условием задачи следует по памяти попытаться написать необходимые для ее решения формулы и проверить их соответствие приведенным в методических указаниях соответствующего раздела.

Если формулы не совпадают, то тщательно изучить методические указания раздела и рекомендованную литературу, выбрать соответствующую задаче формулу (формулы) и, при необходимости, преобразовать ее и привести к виду, удобному для решения задачи.

После этого, как и в случае совпадения формул, выбрать любой из вариантов исходных данных, оценить их достаточность для проведения расчета. При необходимости дополнительные данные найти в рекомендуемой литературе.

Полученный результат сверяется с ответом, приведенным в конце настоящего сборника задач. При расхождении результата с ответом выясняется, где была допущена ошибка и расчет повторяется.

Если при решении задачи возникли затруднения, то для нее выбирается другой вариант исходных данных и процесс повторяется до полного усвоения порядка проведения расчета рассматриваемой задачи.

После этого следует перейти к решению последующей задачи данного раздела, так как с целью приобретения достаточного навыка проведения расчетов по охране труда сложность решения задач возрастает с увеличением их номера в каждом разделе.

После проработки всех задач раздела следует перейти к решению задач других разделов.

2. ВЕНТИЛЯЦИЯ ЦЕХОВ И ДУШИРОВАНИЕ РАБОЧИХ МЕСТ

2.1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

Задача 1. Определить воздухообмен L ($\text{м}^3/\text{ч}$), который необходимо обеспечить общеобменной механической вентиляцией для того, чтобы концентрация вредного газа в воздухе рабочей зоны производственного помещения не превышала предельно допустимую $C_{\text{пдк}}$ ($\text{мг}/\text{м}^3$). В помещении выделяется M ($\text{кг}/\text{ч}$) токсичного газа. Его концентрацию в воздухе, поступающем для проветривания помещения, принимать исходя из содержания в атмосферном воздухе. Коэффициент равномерности распределения вентиляционного воздуха равен K . Принять содержание диоксида углерода в атмосферном воздухе $C_0 = 540 \text{ мг}/\text{м}^3$, сернистого ангидрида - $35 \text{ мг}/\text{м}^3$, аммиака - $10 \text{ мг}/\text{м}^3$, сероводорода - $320 \text{ мг}/\text{м}^3$, оксида углерода - $15 \text{ мг}/\text{м}^3$.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
M , $\text{кг}/\text{ч}$	0,04	0,02	0,05	0,03	16
Газ	оксид углерода	сернистый ангидрид	аммиак	сероводород	диоксид углерода
$C_{\text{пдк}}$, $\text{мг}/\text{м}^3$	20	10	20	10	9000
K	1	0,7	1	0,9	0,8

Задача 2. В цехе в ходе технологического процесса выбрасывается в воздух M (г) вредного вещества в час. Какую кратность воздухообмена должна обеспечивать вентиляционная установка, если ПДК вредного вещества в воздухе равна $C_{\text{пдк}}$ (мг/м³) а размеры цеха $B \times L \times H$ (м)? Коэффициент равномерности распределения вентиляционного воздуха равен K . Поступающий воздух содержит одноименное вещество в количестве 0,3 ПДК.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
M , г/ч	0,014	14	150	60	10
Вещество	свинец	ацетон	бензин	растворитель	сернистый ангидрид
$C_{\text{пдк}}$, мг/м ³	0,01	200	300	300	10
K	0,9	1	0,75	1	0,85
$B \times L \times H$	20x40x5	10x20x5	20x20x5	4x5x2,5	6x6x5

Задача 3. Определить создаваемые общеобменной вентиляцией воздухообмен L (м³/ч) и кратность воздухообмена $K_{\text{в}}$, при которых запыленность воздуха на рабочих местах в производственном помещении объемом V (м³) не будет превышать предельно допустимую концентрацию $C_{\text{пдк}}$. При работе технологического оборудования и производственных процессах в помещение поступает M (кг/ч) пыли. Подаваемый в помещение воздух содержит C_0 (мг/м³) аналогичной пыли. Коэффициент равномерности распределения вентиляционного воздуха равен K .

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
V , м ³	500	1000	600	800	1200
M кг/ч	0,007	0,01	0,02	0,01	0,02
Вид пыли	зерновая	мучная	сахарная	табачная	известняк
$C_{\text{пдк}}$, мг/м ³	4	6	10	3	6
K	0,9	1	0,8	1	0,8
C_0 , мг/м ³	0,8	0,2	0,1	0,4	0,0

Задача 4. Во сколько раз должен быть увеличен создаваемый общеобменной механической вентиляцией воздухообмен в помещении любого объема для обеспечения предельно допустимой концентрации $C_{\text{пдк}}$ (мг/м³) в рабочей зоне, если при сохранении постоянным количества поступающего в него вредного вещества M (кг/ч) его содержание в поступающем для проветривания помещения воздухе изменится от C_{01} до C_{02} (мг/м³)?

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
Вредное вещество	оксид углерода	сернистый газ	пыль сахара	оксид углерода	аммиак
$C_{\text{пдк}}$, мг/м ³	20	10	10	20	20
C_{01} , мг/м ³	6	2	0	6	3
C_{02} , мг/м ³	12	5	3	8	9

Задача 5. Какое количество пыли или газов M (г/ч) может выделяться в производственное помещение, если вентиляционная система подает в него воздух в количестве L (м³/ч) и при условиях, указанных в таблице?

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
Вредное вещество	аммиак	оксид углерода	пыль мучная	сернистый газ	пыль табачная
$C_{\text{пдк}}$, мг/м ³	20	20	6	10	3
C_0 , мг/м ³	3	1	0,3	2	0,2
K	1	0,9	1	0,8	0,9
L , м ³ /ч	4000	2600	2000	3000	3500

Задача 6. Какой воздухообмен L (м³/ч) должна обеспечивать система общеобменной вентиляции в производственном помещении, если в него кроме пыли в количестве M_n (кг/ч) стал поступать газ в количестве M_g (кг/ч)? Поступающий в помещение воздух пыли не содержит, а концентрация газа соответствует имеющейся в атмосферном воздухе. Оксид углерода – 15 мг/м³ сернистый газ - 25 мг/м³, диоксид углерода – 2000 мг/м³, коэффициент равномерности распределения воздуха по помещению $K=1$.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
Вид пыли	мучная	зерновая	известняка	мучная	крах- мальная
$M_{п}$, кг/ч	0,02	0,01	0,03	0,01	0,012
$C_{плд}$, мг/м ³	6	4	6	6	6
Газ	оксид углерода	сернистый газ	оксид углерода	диоксид углерода	оксид углерода
$M_{г}$, кг/ч	0,01	0,03	0,02	3	0,04
$C_{плг}$, мг/м ³	20	10	20	9000	20

Задача 7. Определить производительность общеобменной вентиляции L (м³/ч), обеспечивающей в холодный период года удаление теплоизбытков $Q_{об}$ (Вт) из производственного помещения и поддержание минимально допустимой температуры воздуха в рабочей зоне $t_{рз}$ на постоянных рабочих местах с легкой физической работой категории Ib, которая согласно санитарным нормам равна 20 °С. Тепловыделения в помещении от технологического оборудования равны $Q_{об}$ (Вт), а теплопотери через наружные ограждения составляют $Q_{но}$ (Вт). Плотность воздуха при расчетах принимать равной 1,25 кг/м³.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$Q_{об}$, Вт	150000	30000	200000	60000	100000
$Q_{но}$, Вт	100000	15000	140000	40000	60000

Задача 8. Определить производительность общеобменной вентиляции L (м³/ч), обеспечивающей в теплый период года удаление теплоизбытков $Q_{об}$ (Вт) из производственного помещения и поддержание максимально допустимой температуры воздуха в рабочей зоне $t_{рз}$ на непостоянных рабочих местах с физической работой средней тяжести категории IIa, которая согласно санитарным нормам равна 29 °С. Тепловыделения в помещении от технологического оборудования равны $Q_{об}$ (Вт), от электродвигателей - $Q_{эд}$ (Вт) и приток тепла от солнечной инсоляции - Q_c (Вт).

Средняя температура наружного воздуха в 13 ч наиболее жаркого месяца $t_{н}^{*м}$ (°С). Плотность воздуха при расчетах принимать равной 1,2 кг/м³.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$Q_{об}$, Вт	100000	150000	60000	220000	120000
$Q_{эд}$, Вт	10000	20000	5000	15000	8000
Q_c , Вт	120000	50000	80000	30000	20000
$t_{н}^{*м}$, °С	21	18	19	15	20

Задача 9. Определить максимальную величину тепловыделений от оборудования $Q_{об}$ (Вт) в теплый период года, которая должна быть обеспечена за счет теплоизоляции технологического оборудования при производительности общеобменной вентиляции L (м³/ч) для поддержания температуры воздуха в рабочей зоне $t_{рз}$ на постоянных рабочих местах с тяжелой физической работой, которая согласно санитарным нормам равна 26 °С. Поступление тепла от солнечной инсоляции Q_c (Вт). Расчетная температура наружного воздуха $t_{н}^{*м}$, а его плотность $\rho=1,2$ кг/м³.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
L , м ³ /ч	50000	75000	90000	110000	125000
Q_c , Вт	80000	100000	150000	180000	200000
$t_{н}^{*м}$, °С	15	18	19	20	21

Задача 10. Рассчитать, во сколько раз должна быть увеличена производительность общеобменной вентиляции в теплый период года по сравнению с холодным для удаления избыточного тепла из помещения при следующих условиях: приток тепла от технологического оборудования - $Q_{об}$ (Вт), от солнечной инсоляции в теплый период Q_c (Вт), потери тепла через наружные ограждения в холодный период - $Q_{но}$ (Вт), средняя температура наружного воздуха в 13 ч наиболее жаркого месяца $t_{н}^{*м}$; его плотность в теплый период - 1,2, а в холодный - 1,25 кг/м³; температура в рабочей зоне в теплый период - 28 °С, в холодный - 24 °С.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$Q_{об}, \text{Вт}$	260000	280000	200000	180000	160000
$Q_c, \text{Вт}$	80000	100000	120000	140000	160000
$Q_{н.о.}, \text{Вт}$	120000	110000	100000	80000	60000
$t_{н.з}^*, \text{°C}$	16	17	18	19	20

Задача 11. Рассчитать площадь аэрационной шахты F (м^2), обеспечивающей температуру $t_{рз}$ в рабочей зоне производственного помещения с избыточными тепловыделениями $Q_{твб}$ (Вт) для теплого периода года со средней температурой наружного воздуха наиболее жаркого месяца в районе расположения предприятия $t_{н.з}^*$. Высота от середины проема для приточного воздуха до устья шахты равна h .

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$Q_{твб}, \text{Вт}$	100000	120000	140000	160000	180000
$t_{н.з.}, \text{°C}$	28	27	26	27	28
$t_{н.з}^*, \text{°C}$	19	18	16	17	16
$h, \text{м}$	6	7	8	9	10

Задача 12. Рассчитать среднюю концентрацию пыли в воздухе цеха C ($\text{мг}/\text{м}^3$) при его проветривании в холодный период года с помощью аэрационной шахты площадью 10 м^2 за счет избыточного тепла. В цех поступает M кг/ч пыли, температура воздуха в рабочей зоне $t_{рз}$. Высота от середины проема для приточного воздуха до устья шахты равна 10 м . Плотность воздуха $1,25 \text{ кг}/\text{м}^3$, пыль в поступающем воздухе отсутствует, коэффициент распределения воздуха $K=1$.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$t_{рз}, \text{°C}$	12	13	15	17	18
$M, \text{кг}/\text{ч}$	0,04	0,08	0,1	0,15	0,2

Задача 13. Для предупреждения поступления в производственное помещение пыли в количестве M ($\text{кг}/\text{ч}$) от производственного оборудования установлена аспирационная система производительностью L_a ($\text{м}^3/\text{ч}$) с

пылеулавливающим фильтром. Определить эффективность фильтра η (%), необходимую для снижения содержания пыли в выходящем из него воздухе до концентрации C_n ($\text{мг}/\text{м}^3$).

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$M, \text{кг}/\text{ч}$	0,4	0,5	0,8	1,0	1,2
$L_a, \text{м}^3/\text{ч}$	2500	2000	1600	2000	3000
$C_n, \text{мг}/\text{м}^3$	10	25	30	25	30

Задача 14. Общеобменная вентиляция рассчитана исходя из предельно допустимой концентрации пыли в рабочей зоне по ее поступлению в производственное помещение от технологического оборудования в количестве M ($\text{кг}/\text{ч}$) при значениях $C_0 = 1$ и $K = 1$. При этом не были учтены утечки через неплотности в аспирационной системе, составляющие L_n ($\text{м}^3/\text{ч}$) воздуха с концентрацией пыли C_n ($\text{мг}/\text{м}^3$). На сколько процентов должен быть увеличен воздухообмен для обеспечения нормальных условий труда по пылевому фактору?

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$M, \text{кг}/\text{ч}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$L_n, \text{м}^3/\text{ч}$	50	80	150	320	250
$C_n, \text{мг}/\text{м}^3$	200	500	300	250	200

Задача 15. Определить количество воздуха L ($\text{м}^3/\text{ч}$), которое должно подаваться воздушным путем на рабочее место при выполнении легкой физической работы категории 1б, обеспечивающее нормируемые температуру $t_p = 22 \text{ °C}$ и скорость воздушного потока $V_p = 0,2 \text{ м}/\text{с}$. Температура воздуха в рабочей зоне $t_{рз}$ (°C). Расстояние душирующего патрубка до рабочего места x (м). Температура воздуха, выходящего из форсуночной камеры $t_{охл}$ (°C). При движении по воздуховодам температура этого воздуха возрастает на t_n (°C).

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$t_{p.z.}, ^\circ\text{C}$	30	32	31	30	29
$t_{\text{вн}}, ^\circ\text{C}$	17	19	18	20	17
$t, ^\circ\text{C}$	3	2	1,5	2	2
x, M	2	1,5	2	2	1,5

Задача 16. Нужно ли осушать или увлажнять воздух, поступающий с улицы в приточную вентиляционную систему, если относительная влажность воздуха на улице φ_n (%) при $+11^\circ\text{C}$, а относительная влажность воздуха в цехе должна быть равной $\varphi_{ц}$ (%) при температуре $+22^\circ\text{C}$? Максимальная влажность воздуха при $+22^\circ\text{C}$ в 2 раза выше, чем при $+11^\circ\text{C}$.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$\varphi_n, \%$	100	90	80	85	70
$\varphi_{ц}, \%$	40	60	70	75	50

2.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Общее количество воздуха L , которое должно подаваться общеобменной вентиляцией в производственное помещение для обеспечения в рабочей зоне предельно допустимой концентрации вредных газов, паров и пыли, рассчитывается по формуле:

$$L = \frac{M \cdot 10^6}{K \cdot (C_{\text{пдж}} - C_0)}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2.1)$$

где M - интенсивность выделения рассматриваемого вредного вещества в помещении, кг/ч;

K - безразмерный коэффициент равномерности распределения вентиляционного воздуха в помещении;

$C_{\text{пдж}}, C_0$ - предельно допустимая концентрация в рабочей зоне помещения и его концентрация в поступающем для проветривания помещения воздухе, мг/м³.

Кратность воздухообмена $K_{об}$ в помещении определяется по формуле

$$K_{об} = \frac{L}{V}, \quad (2.2)$$

где V - объем проветриваемого помещения, м³.

Воздухообмен, необходимый для обеспечения установленной санитарными нормами температуры воздуха в рабочей зоне производственных помещений, рассчитывается по формуле:

$$L = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{об}}}{c \cdot \rho \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{пр}})}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2.3)$$

где $Q_{\text{об}}$ - избыточное явное тепло, выделяемое в помещении, Вт;

c - удельная теплоемкость воздуха (в расчетах можно принять $c=1$ кДж/(кг·град);

ρ - плотность наружного (приточного) воздуха при рассматриваемой температуре, кг/м³;

$t_{\text{вн}}, t_{\text{пр}}$ - температура соответственно уходящего и приточного воздуха, $^\circ\text{C}$.

$$Q_{\text{об}} = Q_{об} \pm Q, \text{ Вт}, \quad (2.4)$$

где $Q_{об}$ - тепловыделения в помещении от технологического оборудования, Вт;

Q - выделение тепла от других источников (плюс) или его потери (минус), Вт.

Для теплого и холодного периодов года

$$t_{\text{вн}} = t_{p.z.} + 3, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.5)$$

где $t_{p.z.}$ - температура воздуха в рабочей зоне по санитарным нормам, $^\circ\text{C}$;

$t_{\text{пр}} = t_{\text{н}}^{\text{ж.м.}}$, $^\circ\text{C}$ - для теплого периода года;

$t_{\text{пр}} = t_{p.z.} - 5$, $^\circ\text{C}$ - для холодного периода года,

где $t_{\text{н}}^{\text{ж.м.}}$ - средняя температура наружного воздуха в 13 ч наиболее жаркого месяца в районе расположения предприятия, $^\circ\text{C}$.

Площадь аэрационной шахты (фонаря), обеспечивающая удаление теплоизбытков из помещения и установленную санитарными нормами

температуру в его рабочей зоне в холодный период года, рассчитывается по формуле:

$$F = \frac{L \cdot \rho}{420 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta t_{cp}}}, \text{ м}^2, \quad (2.6)$$

где L - воздухообмен, обеспечивающий в рабочей зоне требуемую температуру воздуха, м³/ч;

ρ - плотность воздуха при рассматриваемой температуре, кг/м³;

K - безразмерный коэффициент, учитывающий конструкцию вытяжного устройства (K фонаря = 1; K шахты = 1,2);

h - высота от середины проема для приточного воздуха в помещении до устья шахты (фонаря), м;

$$\Delta t_{cp} = (t_{yx} + t_{p,3})/2 - t_{пр}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.7)$$

Эффективность пылеулавливающей установки (фильтра) рассчитывается по формуле:

$$\eta = \frac{C_n - C_k}{C_n} \cdot 100, \text{ } \%, \quad (2.8)$$

где C_n , C_k - концентрация пыли в воздухе соответственно поступающем и выходящем из установки, мг/м³.

При нецелесообразности (технической или экономической) обеспечения нормируемой температуры в рабочей зоне помещения с помощью общеобменной вентиляции применяются воздушные души на отдельных рабочих местах, площадь F_0 выходного сечения душирующего патрубка и скорость воздуха V_0 на выходе из которого рассчитывается по следующим формулам (при $0,6 \leq P_T \leq 1$):

$$F_0 = \frac{(x + 5,3 \cdot P_T - 3,2)^2}{0,75 \cdot n}, \text{ м}^2, \quad (2.9)$$

$$V_0 = \frac{V_p}{0,7 + 0,1 \cdot (0,6 \cdot m \cdot \sqrt{F_0} - x)}, \text{ м/с}, \quad (2.10)$$

где x - расстояние от душирующего патрубка до рабочего места, м;

P_T - отношение разности температур, определяемое по формуле (2.11);

n - опытный коэффициент, характеризующий изменение температуры на оси душирующей струи (для патрубков разных типов изменяется в пределах 2,8...4,5, при ориентировочных расчетах принимается равным 3);

V_p - скорость движения воздуха на рабочем месте, нормируется санитарными нормами, м/с;

m - опытный коэффициент, характеризующий изменение скорости по оси душирующей струи (для патрубков разных типов изменяется в пределах 4...6,8, при ориентировочных расчетах принимается равным 5):

$$P_T = \frac{t_{p,1} - t_{p,n}}{t_{p,1} - t_0}, \quad (2.11)$$

где $t_{p,1}$ - фактическая температура воздуха в рабочей зоне, $^\circ\text{C}$;

$t_{p,n}$ - температура воздуха на рабочем месте по санитарным нормам, $^\circ\text{C}$;

t_0 - температура воздуха на выходе из душирующего патрубка, $^\circ\text{C}$:

$$t_0 = t_{окл} + t_n, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.12)$$

где $t_{окл}$ - температура воздуха на выходе из форсуночной камеры после адиабатического охлаждения, $^\circ\text{C}$;

t_n - повышение температуры этого воздуха в вентилягоре и воздуховодах при движении от форсуночной камеры до душирующего патрубка (принимается не менее 1,5 $^\circ\text{C}$).

Относительная влажность воздуха ϕ (%) показывает степень насыщения воздуха водяными парами. Она выражает отношение абсолютной влажности воздуха e при данном состоянии к максимальной влажности, т.е. абсолютной влажности воздуха при полном его насыщении при тех же значениях температуры и давления e_{max} .

$$\phi = \frac{e}{e_{max}} \cdot 100. \quad (2.13)$$

Относительная влажность может быть также выражена отношением парциального давления водяных паров при данном состоянии p к парциальному давлению этих паров при полном насыщении воздуха p_n (в %)

$$\varphi = \frac{p}{p_n} \cdot 100. \quad (2.14)$$

При нагреве воздуха в системах вентиляции и кондиционирования его абсолютная влажность остается постоянной, а максимальная влажность увеличивается пропорционально изменению парциального давления водяных паров при полном насыщении воздуха (табл. 1).

Таблица 1

Давление насыщенного водяного пара

Температура, °С	Давление насыщенного водяного пара, кПа, при температуре, °С									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,61	0,66	0,71	0,76	0,81	0,87	0,94	1,00	1,07	1,15
10	1,23	1,31	1,40	1,49	1,60	1,71	1,81	1,95	2,07	2,20
20	2,33	2,49	2,64	2,81	2,99	3,18	3,36	3,56	3,79	4,00
30	4,24	4,49	4,76	5,03	5,32	5,63				

3. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

Задача 17. Рассчитать толщину теплоизоляции $\delta_{из}$ (мм) для цилиндрического аппарата, изготовленного из металла (М), толщина стенки аппарата $\delta_{ст}$ (мм). Температура среды внутри аппарата $t_{вн}$ (°С); температура воздуха в помещении $t_{в}$ (°С); температура на поверхности изоляции 45 °С. В качестве изоляции используется изоляционный материал (ИЗ). Коэффициент теплоотдачи от поверхности аппарата к воздуху $\alpha = 6$ Вт/м²·град. Коэффициент теплопроводности стенок аппарата $\lambda_{ст}$ (Вт/м·град); коэффициент теплопроводности изоляционного материала $\lambda_{из}$ (Вт/м·град).

Указание: принять температуру внутренней стенки аппарата равной температуре среды в аппарате.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
Материал аппарата (М)	сталь	латунь	чугун	алюминий	сталь
$\delta_{ст}$, мм	10	5	15	5	8
$\lambda_{ст}$, Вт/м·град	45,4	85,5	63,0	204,0	45,0
Материал изоляции (ИЗ)	войлок шерстяной	асбест	кирпич	асбест	картон
$\lambda_{из}$, Вт/м·град	0,05	0,12	0,3	0,12	0,06
$t_{вн}$, °С	118	180	120	240	150
$t_{в}$, °С	23	26	28	28	26

Задача 18. В печном отделении хлебопекарного завода объемом V (м³) установлено n одинаковых печей. Площадь тепловыделяющей поверхности каждой печи $F=60$ м². Стены печей покрыты двухслойной тепловой изоляцией. Кожух печей выполнен из стали толщиной $\delta_1=3$ мм с коэффициентом теплопроводности $\lambda_1=46$ Вт/м·град. Первый слой изоляции выполнен из шамотного кирпича толщиной $\delta_2=250$ мм с коэффициентом теплопроводности $\lambda_2=0,14$ Вт/(м·град). Второй слой изоляции толщиной $\delta_3=100$ мм выполнен из шлаковаты, с коэффициентом теплопроводности $\lambda_3=0,04$ Вт/(м·град). Температура внутри печи $t_{вн}=240$ °С; температура воздуха в печном отделении $t_{в}=35$ °С. Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности печей к окружающему воздуху $\alpha_2=6$ Вт/(м²·град). Коэффициент теплоотдачи на внутренней стороне печи $\alpha_1=20$ Вт/(м²·град). Определить потери тепла Q_n (кВт) от печей в помещении; количество приточного воздуха L (м³/ч) с температурой $t_{пр}$ (°С), которое необходимо ввести в хлебохранилище в течение часа для удаления избытков тепла и кратность обмена воздухом K . Принять плотность воздуха $\rho=1,2$ кг/м³.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
V , м ³	1600	9600	12800	540	1800
n	4	6	8	2	5
$t_{пр}$, °С	20	24	26	22	24

Задача 19. На хлебозаводе установлены печи, суммарная производительность которых составляет 25 т хлебобулочных изделий в сутки. После выпечки хлеб остывает в хлебохранилище объемом V (м^3) от начальной температуры $t_{\text{нач}}=90$ °С до $t_{\text{кон}}=30$ °С. Средняя теплоемкость остывающего хлеба $C=1,47$ кДж/кг·град. Температура воздуха в хлебохранилище 26 °С. Определить среднее количество теплоты, выделяемой остывающим хлебом $Q_{\text{в}}$ (кДж/ч); количество воздуха L ($\text{м}^3/\text{ч}$) с температурой $t_{\text{пр}}$ (°С), которое необходимо ввести в хлебохранилище в течение часа для удаления избытков тепла, и кратность обмена воздухом K . Принять плотность воздуха $\rho=1,2$ кг/ м^3 .

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$V, \text{м}^3$	3200	8000	15000	5000	12000
$t_{\text{пр}}, \text{°С}$	20	24	26	22	24

Задача 20. Определить количество тепла Q (кВт), поступающего в окружающую среду в единицу времени от котла, покрытого теплоизоляционным материалом толщиной $\delta_{\text{из}}$ и коэффициентом теплопроводности $\lambda_{\text{из}}$. Площадь котла F (м^2). Температура внутренней среды $t_{\text{вн}}$. Коэффициент теплоотдачи от поверхности котла в окружающую среду $\alpha_{\text{нар}}=8$ Вт/ м^2 град, а коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности котла $\alpha_{\text{вн}}=20$ Вт/ м^2 град. Температура окружающего котла воздуха $t_{\text{возд}}$.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
Изоляционный материал	войлок технический	асбест	кирпич	картон	стекловолокно
$\delta_{\text{из}}, \text{мм}$	15	10	250	50	25
$\lambda_{\text{из}}, \text{Вт/м·град}$	0,05	0,12	0,14	0,06	0,04
$t_{\text{вн}}, \text{°С}$	250	120	110	180	150
$t_{\text{возд}}, \text{°С}$	25	23	28	19	17
$F, \text{м}^2$	120	50	60	100	80

Задача 21. Определить температуру на поверхности аппарата $t_{\text{нар}}$ (°С), при условии, что аппарат площадью F (м^2) выделяет тепловой поток Q (Вт). Аппарат теплоизолирован материалом толщиной $\delta_{\text{из}}$ и коэффициентом теплопроводности $\lambda_{\text{из}}$. Температура внутри аппарата $t_{\text{вн}}$, температура воздуха в помещении $t_{\text{возд}}$. Коэффициент теплоотдачи на внутренней поверхности аппарата, омываемым горючим газом, $\alpha_1=20$ Вт/ м^2 град.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
Материал теплоизоляции	кирпич	пробка	штукатурка	гипс	стекловата
$Q, \text{Вт}$	2400	48000	3600	6500	10000
$F, \text{м}^2$	60	120	100	50	80
$\lambda_{\text{из}}, \text{Вт/м·град}$	0,14	0,38	0,78	0,29	0,04
$\delta_{\text{из}}, \text{мм}$	250	15	40	25	40
$t_{\text{вн}}, \text{°С}$	250	180	120	118	390

3.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

При расчете теплоизоляции следует придерживаться следующего порядка.

Сначала устанавливаются допустимые тепловые потери объекта при наличии изоляции, задавшись температурой на поверхности изоляции.

Количество теплоты q , отдаваемое единицей поверхности нагретого объекта в единицу времени в окружающую среду:

$$q = \alpha \cdot (t_{\text{из}} - t_{\text{в}}), \text{Вт/м}^2, \quad (3.1)$$

где α - коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности изоляции к воздуху, Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{град}$);

$t_{\text{из}}$ - температура на наружной поверхности изоляции, °С;

$t_{\text{в}}$ - температура воздуха в помещении, °С;

Зная теплотери с единицы поверхности изолируемого объекта q , определяем коэффициент теплопередачи по формуле

$$K = q / (t_{\text{вн}} - t_{\text{в}}), \text{Вт/град}, \quad (3.2)$$

где $t_{\text{вн}}$ - температура среды внутри объекта (аппарата), °С.

В свою очередь, коэффициент теплопередачи

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (3.3)$$

где α_1 и α_2 - коэффициенты теплоотдачи соответственно на внутренней и наружной стороне аппарата, Вт/(м² · град).

$\delta_{ст}$, $\lambda_{ст}$ - толщина (м) и коэффициент теплопроводности изолируемой стенки, Вт/(м · град);

$\delta_{из}$, $\lambda_{из}$ - толщина (м) и коэффициент теплопроводности изоляционного материала, Вт/(м · град).

Преобразуя выражение (3.3), определяющее коэффициент теплопередачи K , получаем формулу для определения толщины теплоизоляции, которая имеет следующий вид:

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \cdot \left(\frac{1}{K} - \frac{1}{\alpha_1} - \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} - \frac{1}{\alpha_2} \right), \text{ м.} \quad (3.4)$$

Температура внутренней поверхности аппарата может быть рассчитана по формуле

$$t_{ст.вн.} = t_{вн.} - \frac{q}{\alpha_1}. \quad (3.5)$$

Температура наружной поверхности аппарата определяется по формуле

$$t_{ст.н.} = t_{в.} + \frac{q}{\alpha_2} = t_{ст.вн.} - q \cdot \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}}. \quad (3.6)$$

Общее количество теплоты, выделенной наружной поверхностью аппарата Q (кДж) в течение часа, составляет

$$Q = 3,6 \cdot q \cdot F, \text{ кДж.} \quad (3.7)$$

Тепловыделение от остывающего продукта определяется по формуле

$$Q = m \cdot c \cdot (t_{нач.} - t_{кон.}), \text{ кДж,} \quad (3.8)$$

где m - масса остывающего продукта, кг;

c - теплоемкость остывающего продукта, кДж/(кг · град);

$t_{нач.}$, $t_{кон.}$ - соответственно, начальная и конечная температура остывающего продукта, °С.

4. ОСВЕЩЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

4.1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

Задача 22. Сила света, испускаемого элементом поверхности площадью S (м²) под углом φ к нормали составляет I (кд). Определить яркость L (кд/м²) поверхности.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
S , м ²	0,5	1,5	1,0	2,0	1,0
φ , град	60	45	30	60	45
I , кд	0,25	1,0	0,5	0,75	0,5

Задача 23. Определить коэффициент отражения ρ и среднюю освещенность E (лк) стены площадью S (м²); дать оценку фона (светлый, средний, темный). Световой поток F (лм) отражается $F_{отр}$ (лм).

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
S , м ²	4	3	5	8	2
F , лм	600	900	250	600	1000
$F_{отр}$, лм	150	450	75	100	300

Задача 24. Определить яркость объекта различения L_o (кд/м²), если его контраст с более темным фоном равен K . Яркость фона L_f дана в таблице.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
L_f , кд	200	1000	400	500	800
K	0,4	0,2	0,1	0,8	0,6

Задача 25. Найдите минимальное и максимальное значение освещенности рабочей поверхности, если коэффициент пульсаций освещенности равен $K_{п}$ (%), а среднее значение освещенности $E_{ср}$ (лк).

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$K_{п}$, %	5	10	15	20	30
$E_{ср}$, лк	400	200	300	150	75

Задача 26. В производственном помещении площадью S (m^2) со средним выделением пыли минимальная освещенность по нормам составляет E (лк). Освещение осуществляется светильниками прямого света. Напряжение сети 220 (В). Мощность применяемых ламп $W_л$ (Вт). Определить мощность осветительной установки W (Вт) и число ламп N , необходимое для создания общего равномерного освещения. Расчет произвести методом определения удельной мощности. $E_{ср}$ принять равным 4,15 лк, коэффициент запаса K_z указан в таблице.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
S , m^2	84	120	240	200	400
E , лк	300	75	200	200	20
$W_л$, Вт	40	80	80	80	40
K_z	1,1	1,2	1,3	1,5	1,24

Задача 27. Рассчитать площадь световых проемов S (m^2) и процент заполнения стен световыми проемами в производственном помещении размерами $B \times L \times H$, м. Выполняемая зрительная работа имеет нормируемое значение КЕО в соответствии со СНиП, равное e , %. Соседние здания, затеняющие производственное помещение, отсутствуют ($K_{зд}=1$).

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
L , м	100	12	24	120	5
B , м	30	7	12	18	3
H , м	4	4	5	4,8	2,5
e , %	1,0	1,5	0,3	1	1,5

Задача 28. Рассчитать общее искусственное освещение (определить количество светильников) для помещения, указанного в задаче **27** используя метод светового потока. Помещение характеризуется незначительными пылевыведениями. Норма освещенности для работ, выполняемых в помещении E (лк). Для освещения используются газоразрядные люминесцентные лампы ЛБ, мощностью 40 Вт, в светильниках ПВЛМ-2 с двумя лампами, создающими световой поток $F=3980$ лм, с коэффициентом использования светового потока равным $\eta = 0,85$. Определить число светильников в каждом ряду и полную длину всех светильников ряда, приняв минимальное число рядов светильников. Длина светильника $l = 1,2$ м. Расстояние между светильниками в ряду 0,3 м.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
E , лк	200	300	50	75	200

Задача 29. Найдите освещенность E (лк) горизонтальной рабочей поверхности, которая создается двумя светильниками, подвешенными на высоте H (м) от уровня пола так, что свет от них падает на поверхность под углом α к нормали, если известно, что сила света, испускаемого каждым из светильников в этом направлении, I (кд). Коэффициент запаса $K_z=1,3$. Высота рабочей поверхности – 0,8 м.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
I , кд	800	600	500	750	650
H , м	2,8	3	3,5	4	3,2
α , град	60	30	20	15	45

4.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Яркость поверхности в канделах (кд) определяется по следующей формуле:

$$L = \frac{I}{S \cdot \cos \varphi}, \text{ кд/м}^2 \quad (4.1)$$

где I - сила света, кд;

S - площадь поверхности, m^2 ;

φ - угол между направлением светового потока по отношению к поверхности, град.

Яркость пламени свечи составляет 5000 кд/м^2 . Коэффициент отражения светового потока определяется отношением отраженного светового потока к падающему

$$\rho = F_{\text{отр}} / F_{\text{пад}} \quad (4.2)$$

При значениях $\rho > 0,4$ фон считается светлым, при $0,2 < \rho < 0,4$ - средним и $\rho < 0,2$ - темным.

Освещенность рабочей поверхности определяется отношением падающего светового потока F люмен (лм) к площади поверхности S (м^2):

$$E = F / S, \text{ (лк)} \quad (4.3)$$

Контраст объекта с фоном определяется по формуле

$$K = \frac{|L_o - L_\phi|}{L_\phi} \quad (4.4)$$

где L_o - яркость объекта различения, кд/м^2 ;

L_ϕ - яркость фона, кд/м^2 .

Контраст считается большим при $K > 0,5$, средним при $0,2 < K < 0,5$ и малым при $K < 0,2$.

К качественным показателям относится коэффициент пульсации светового потока, который определяется по формуле

$$K_p = \frac{E_{\text{max}} - E_{\text{min}}}{2E_{\text{ср}}} \cdot 100, \% \quad (4.5)$$

При боковом естественном освещении площадь световых проемов рассчитывается по следующей формуле:

$$S = \frac{S_{\text{п}} \cdot e \cdot K_3 \cdot \eta_0 \cdot K_{\text{зд}}}{\tau_0 \cdot r_1 \cdot 100}, \text{ м}^2, \quad (4.6)$$

где $S_{\text{п}}$ - площадь пола;

e - КЕО;

K_3 - коэффициент запаса, который обычно в расчетах освещения для предприятий пищевой промышленности как для естественного, так и для искусственного освещения принимается равным 1,3;

$K_{\text{зд}}$ - коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями, лежит в интервале от 1 до 1,7;

η_0 - световая характеристика окон (принимается в зависимости от L/B и B/H) в среднем $\eta_0 = 10$;

τ_0 - общий коэффициент светопропускания, в среднем равный 0,6;

r_1 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отражаемому от поверхности помещения и подстилающего слоя на промплощадке = 1,2.

Расчет общего равномерного искусственного освещения методом светового потока состоит в определении необходимого числа светильников для создания требуемой освещенности. Задав тип светильника, по справочным данным определяют создаваемый им световой поток и коэффициент использования. Число светильников определяют по формуле

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{n \cdot F \cdot \eta}, \text{ шт.}, \quad (4.7)$$

где Z - коэффициент неравномерности освещения (отношение средней к минимальной освещенности), принимается 1,2;

n - число ламп в светильнике;

F - световой поток светильника, лм;

η - коэффициент использования светового потока;

K_3 - коэффициент запаса;

E - нормируемая освещенность, лк;

S - освещаемая поверхность, м^2 .

Делением общего числа светильников N на количество рядов определяется число светильников в каждом ряду, а так как длина светильника известна, равна

1,2 м, то можно найти полную длину всех светильников ряда. Если полученная длина близка к длине помещения, ряд получается сплошным, если меньше длины помещения, ряд выполняют с разрывами, а если больше - увеличивают число рядов или каждый ряд выполняют из двоярных или строенных светильников.

Мощность осветительной установки по методу удельной мощности определяется по следующей формуле:

$$W = \frac{E \cdot S \cdot K_z}{1000 \cdot E_{cp}}, \text{ кВт}, \quad (4.8)$$

где E - нормируемая освещенность, лк;

E_{cp} - средняя условная освещенность, лк, в контрольной точке, определяется по графикам пространственных изолукс, при равномерном размещении осветительных приборов общего освещения, при расходе электроэнергии 1 Вт/м²;

K_z - коэффициент запаса;

S - площадь освещаемой поверхности.

Необходимое число ламп выбранной мощности определяется по формуле

$$N_w = \frac{W}{W_l}, \text{ шт}, \quad (4.9)$$

где W - мощность осветительной установки;

W_l - мощность одной лампы.

Точечный метод применяют для расчета локализованного и комбинированного освещения, освещения наклонных и вертикальных плоскостей.

При расчете точечным методом значение освещенности в расчетной точке находят суммированием освещенностей, создаваемых в этой точке каждым из источников света

$$E = \sum_{i=1}^n E_i, \text{ причем } E_i = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos^3 \alpha}{K_z \cdot H^2}, \quad (4.10)$$

где I_{α} - сила света i -го источника в направлении на расчетную точку для данного типа светильника при установке в нем лампы со световым потоком $F = 1000$ лм, определяется по кривой силы света (КСС);

H - высота подвеса светильника над рабочей поверхностью;

α - угол между направлением на расчетную точку и нормалью к рабочей поверхности;

K_z - коэффициент запаса.

Если полученное значение освещенности в расчетной точке не соответствует требуемому, то пропорционально требуемой освещенности увеличивают или уменьшают значение F и по полученному значению светового потока подбирают соответствующую лампу. Если лампа найденной мощности не может быть установлена в светильнике, то необходимо либо изменить тип светильника, либо их расстановку и высоту подвеса.

5. БОРЬБА С ШУМОМ И ВИБРАЦИЕЙ

5.1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

Задача 30. Определить требуемый уровень снижения шума в цехе ΔL (дБ), в котором находится 4 агрегата, создающие шум со следующими уровнями: L_1 ; L_2 ; L_3 ; L_4 . $L_{доп} = 80$ дБ.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
L_1 , дБ	90	90	90	85	86
L_2 , дБ	94	90	90	85	87
L_3 , дБ	91	90	90	85	88
L_4 , дБ	84	90	94	85	92

Задача 31. Определить ожидаемый уровень звукового давления L (дБ) установки при использовании звукоизолирующего устройства (металлического кожуха толщиной δ_1 (м) с внутренней облицовкой из войлока толщиной δ_2 (м)). Коэффициент звукопоглощения технического войлока 0,4; коэффициент

звукопоглощения металлического кожуха 0,01. Плотность стали принять равной 7900 кг/м^3 , плотность технического войлока 330 кг/м^3 .

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
Уровень звукового давления установленный, дБ	120	110	100	90	105
Частота шума, Гц	800	900	2000	3500	500
Толщина δ , м: для стали	0,001	0,01	0,005	0,015	0,025
для войлока	0,01	0,01	0,05	0,025	0,015

Задача 32. Звукоизоляция кожуха на частоте f_1 (Гц) составляет $R_{к1}$ (дБ). Найдите эффективность кожуха $R_{к2}$ (дБ) на частоте f_2 (Гц).

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
f_1 , Гц	1000	500	4000	125	63
$R_{к1}$, дБ	30	25	20	10	5
f_2 , Гц	100	125	500	2000	1000

Задача 33. Рассчитать, подобрать типоразмер и количество секций глушителя аэродинамического шума трубчатого типа, установленного на выхлопе вентилятора высокого давления ЦВ-18, уровень шума которого на частоте f (Гц) равен L (дБ) при производительности Q ($\text{м}^3/\text{ч}$). Секции глушителя длиной 500 мм соединяются между собой при помощи фланцев. Скорость воздуха в проходном сечении глушителя для предотвращения оседания пыли должна находиться в пределах 15...20 м/с.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
f (Гц)	2000	1000	500	250	125
L (дБ)	102	100	96	98	90
Q ($\text{м}^3/\text{ч}$)	9000	1500	2500	10000	4000

Задача 34. Рассчитать площадь S (см^2) и высоту $H_{ю}$ (см) резиновых виброизоляторов в виде ребристых плит, устанавливаемых по углам опорной

рамы, на которой расположен электродвигатель с частотой вращения n (об/мин). Масса установки с опорной рамой P (кг). Динамический модуль упругости резины $E = 40 \text{ кг/см}^2$, допустимая нагрузка $F_{\text{доп}} = 1,0 \text{ кг/см}^2$.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
n , об/мин	1000	1500	2000	1600	1800
P , кг	300	400	500	500	600

5.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Допустимый уровень звукового давления на постоянных рабочих местах на среднегеометрических частотах октавных полос составляет:

f (Гц)	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{\text{доп}}$ (дБ)	107	95	87	82	78	75	73	71	69

При одновременной работе агрегатов равной интенсивности общий уровень звукового давления в помещении

$$L_{\text{общ}} = 10 \lg n + L, \text{ дБ} \quad (5.1)$$

где n - число агрегатов;

L - уровень силы звука одного источника, дБ.

При совместном действии нескольких источников с разными уровнями силы звука для определения общего уровня необходимо суммировать их попарно-последовательно и для каждой пары расчет вести по формуле

$$L_{\text{общ}} = L_{\text{больш}} + \Delta L, \text{ дБ}, \quad (5.2)$$

где $L_{\text{больш}}$ - наибольший из суммируемых уровней силы звука, дБ;

ΔL - поправка, определяемая по таблице, дБ.

Таблица 1.3

Таблица сложения уровней звуковой мощности или звукового давления

Разность двух складываемых уровней, дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Добавка к более высокому уровню, необходимая для получения суммарного уровня, дБ	3	2,5	2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

Требуемый уровень снижения шума до нормативного составит

$$L_{\text{тр}} = L_{\text{общ}} - L_{\text{доп}}, \text{ дБ.} \quad (5.3)$$

Для локализации наиболее шумных машин и механизмов используют звукоизолирующие кожухи. Акустическая эффективность кожуха (дБ) определяется по формуле

$$\Delta L_k = R_k + 10 \lg \alpha_{\text{обл}}, \text{ дБ,} \quad (5.4)$$

где R_k - звукоизоляция стенок кожуха;

$\alpha_{\text{обл}}$ - коэффициент звукопоглощения материала кожуха, для двухслойного кожуха

$$\alpha_{\text{обл}} = \alpha_1 + \alpha_2, \quad (5.5)$$

где α_1 и α_2 - коэффициенты звукопоглощения каждого слоя.

Если стенки кожуха не имеют звукопоглощающей облицовки, то эффективность кожуха определяют по формуле

$$\Delta L_k = R_k - 10 \lg \frac{S_k}{S_{\text{маш}}}, \quad (5.6)$$

где S_k - площадь поверхности кожуха, м^2 ;

$S_{\text{маш}}$ - площадь поверхности машины, создающей шум, м^2 .

Звукоизоляцию R_k , дБ, ограждения однослойного или из нескольких, жестко связанных между собой слоев, можно рассчитать по полуэмпирической формуле

$$R_k = 20 \lg(m \cdot f) - 47,5, \text{ дБ, или } R_k = 20 \lg(\rho \cdot d \cdot f) - 47,5, \text{ дБ,} \quad (5.7)$$

где m - поверхностная масса ограждения, $\text{кг}/\text{м}^2$;

f - частота колебаний, Гц;

ρ - плотность материала, $\text{кг}/\text{м}^3$;

d - толщина стенки материала, м.

Для снижения уровня аэродинамического шума на трубопроводах устанавливают глушители. Они должны обеспечивать свободный проход воздуха через сечение и необходимое снижение шума. Сечение глушителя - квадратное со стороной A (мм).

Снижение уровня шума на 1 погонный метр глушителя L с наполнителем из супертонкого минерального волокна (СТВ) толщиной 100 мм находят из таблицы:

Типоразмер глушителя	Величина снижения шума при частоте							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A-160	4,0	6,5	20,0	27,0	29,0	25,0	16,0	7,5
A-200	4,0	5,5	18,0	22,0	21,0	16,0	10,0	5,0
A-250	3,0	4,5	14,5	17,5	17,0	13,0	8,0	4,0
A-400	2,5	3,5	7,0	7,5	12,0	8,0	5,0	3,0
A-500	2,0	3,0	5,5	6,0	10,0	6,5	4,0	2,5
Предельно допустимые уровни звукового давления на рабочих местах СН 2.2.4/2.1.8.562-96								
	95	87	82	78	75	73	71	69

Снижение шума можно достичь путем установки виброизоляторов. Расчет резиновых виброизоляторов состоит в определении их размеров и определении эффективности виброизоляции.

Площадь резиновых виброизоляторов рассчитывается по формуле

$$S_0 = \frac{P}{\sigma}, \text{ см}^2, \quad (5.8)$$

где P - общая масса установки, кг;

σ - допустимая удельная нагрузка для резины, $\text{кг}/\text{см}^2$.

Площадь одного резинового виброизолятора будет равна

$$S_1 = \frac{S_0}{n}, \quad (5.9)$$

где n - число резиновых виброизоляторов.

Высоту виброизоляторов определяют из уравнения

$$H_{\text{ив}} = \frac{E \cdot S_0}{K}, \text{ см,} \quad (5.10)$$

где E - динамический модуль упругости, $\text{кг}/\text{см}^2$;

K - необходимая суммарная жесткость виброизоляторов, определяемая по формуле

$$K = 4 \cdot \pi \cdot f_c \cdot \frac{P}{g}, \text{ кг/см,} \quad (5.11)$$

где f_c - необходимая частота собственных вертикальных колебаний, Гц;
 $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

$$f_c = \frac{f}{\alpha}, \text{ Гц}, \quad (5.12)$$

где f - основная расчетная частота вынуждающей силы, определяемая по формуле

$$f = n/60, \text{ Гц},$$

где n - частота вращения вала электродвигателя, об/мин;

α - коэффициент виброизоляции, рекомендуют принимать при динамической балансировке $\alpha \geq 3$.

Для устойчивой работы виброизоляторов при их выборе необходимо выполнить следующие условия:

1) для агрегатов с расчетной частотой вращения от 350 до 500 об/мин $f_{\max} \leq 0,43 f$;

2) с частотой $500 < n \leq 1000$ об/мин $f_{\max} = 0,4 f$;

3) для быстроходных агрегатов с частотой свыше 1000 об/мин $0,2 \leq f_{\max} \leq 0,33 f$.

Эффективность виброизоляции (снижение ее уровня) на резиновых опорах рассчитывается по формуле

$$\Delta L = 20 \cdot \lg \left(\frac{f^2}{f_c^2} - 1 \right), \text{ дБ}. \quad (5.13)$$

Сопоставляя полученный результат с требуемым уровнем снижения вибрации $\Delta L \geq \Delta L_{\text{тр}}$, делаем вывод о возможности использования виброизоляции с помощью резиновых виброизоляторов.

6. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

6.1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

Задача 35. Определите величину тока I_q (мА), который пройдет через тело человека при следующих случаях его включения в 3-х фазную электрическую сеть: а) двухфазном; б) однофазном с заземленной нейтралью. Линейное напряжение сети U_n (В), сопротивление тела человека $r_{\text{ч}}$ (Ом), сопротивление обуви

$r_{\text{об}}$ (Ом); опорное сопротивление поверхности ног (сопротивление пола) $r_{\text{он}}$ (Ом); сопротивление изоляции $r_{\text{и}}$ (МОм); сопротивление рабочего заземления r_o (Ом).

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
U_n , В	380	380	220	220	380
$r_{\text{ч}}$, Ом	1000	10000	800	200	80000
$r_{\text{об}}$, Ом	0	500	100	1000	25
$r_{\text{он}}$, Ом	1500	0	1500	800	2000
$r_{\text{и}}$, МОм	5	0,5	10	1,1	0,1
r_o , Ом	1	2	4	10	50

Задача 36. Определить силу тока I_q (мА), проходящего через человека при неблагоприятной и благоприятной ситуациях, в случаях однофазного включения в трехпроводную трехфазную сеть напряжением $U = 380$ В с изолированной нейтралью и четырехпроводную с глухозаземленной нейтралью:

а) неблагоприятные условия: человек прикоснулся к одной фазе, стоит на токопроводящем полу (металлическом), обувь сырая. Сопротивление тела человека $r_{\text{ч}}$, обуви $r_{\text{об}} = 0$, опорной поверхности ног $r_{\text{он}} = 0$ (Ом); r_o рабочего заземления, $r_{\text{и}}$ изоляции проводов;

б) благоприятные условия: обувь сухая на резиновой подошве $r_{\text{об}} = 50$ (кОм); человек стоит на сухом деревянном полу $r_{\text{он}} = 150$ (кОм).

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$r_{\text{ч}}$, кОм	1,0	10	0,2	0,5	15
r_o , Ом	4	10	4	10	10
$r_{\text{и}}$, МОм	0,5	0,1	10	0,9	1,0

Задача 37. Электропитание цеха осуществляется от силового трансформатора мощностью P (кВА), напряжением $U = 6,3/0,38$ кВ. Нейтраль высоковольтной и низковольтной стороны трансформатора нормально изолирована от земли. Нагрузка всех фаз равномерная. Грунт возле завода с удельным сопротивлением ρ Ом·м.

Требуется рассчитать искусственное защитное заземление из стальных труб диаметром d , длиной l и соединенных стальной полосой шириной b , к которому присоединяются корпуса электромеханического оборудования. Расчетная глубина заложения соединительной контурной полосы h_0 (м), расстояние между вертикальными электродами a принять равным длине трубчатого электрода.

Определить сопротивление заземления R (Ом) и количество n вертикальных электродов.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
P , кВА	90	50	1000	2000	300
грунт	глина	суглинок	песок	каменистый	супесь
ρ , Ом·м	40	100	500	600	300
d , м	0,025	0,03	0,06	0,12	0,1
l , м	2,5	3,0	4,0	4,2	3,5
b , м	0,02	0,02	0,03	0,08	0,08
h_0 , м	0,5	0,6	0,75	1,0	0,7

Задача 38. Электропитание цеха напряжением 380 В осуществляется от трансформатора с глухозаземленной нейтралью. Сопротивление трансформатора $R_{тр}$ (Ом), сопротивление участков проводов длиной 100 м $r_{пр}$ (Ом), сопротивление магистрали R_m (Ом). Требуется определить ток короткого замыкания $I_{кз}$ (А) в случае пробоя изоляции на корпус электроустановки; номинальный ток плавких вставок предохранителей $I_{ин}$ (А); величину напряжения прикосновения $U_{пр}$ (В). Коэффициент надежности равен 3. Сопротивление нулевого провода R_0 (Ом).

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$R_{тр}$, Ом	0,15	0,1	0,2	0,25	2,5
$r_{пр}$, Ом	2,5	1,84	3,5	2,0	0,1
R_m , Ом	0,85	2,8	1,0	0,75	0,5
R_0 , Ом	1,76	5,6	0,3	2,5	2,0

Задача 39. Является ли опасным шаговое напряжение $U_{ш}$ (В) и величина переменного тока $I_{ч}$ (мА) для человека, находящегося в зоне его растекания от

упавшего на грунт с удельным электрическим сопротивлением ρ (Ом·м) провода под напряжением и создавшего ток замыкания I_s (А). Размер шага человека при расчете принять равным $x_{ш}=0,8$ м, а сопротивление тела $r_{ч}$ (Ом). Он находится в зоне растекания тока на расстоянии x (м) от упавшего провода. Опасность напряжения оценить сравнением с пороговым значением безопасного напряжения $U_0=50$ В, а силы тока – сравнением с пороговым отпускаящим $I_{п}=10$ мА.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
ρ , Ом·м	70	100	30	150	90
I_s , А	80	50	40	60	30
$r_{ч}$, Ом	1000	1500	800	1000	1200
x , м	3	1	5	4	2

Задача 40. Определить силу тока короткого замыкания $I_{кз}$ (А) фазы на корпус оборудования и соответствующее ему напряжение прикосновения $U_{пр}$ (В) к нему до срабатывания защиты для сети с фазным напряжением $U_{ф}$ (В), питаемой трансформатором с заземленной нейтралью, имеющим сопротивления обмоток, фазного и нулевого проводов соответственно $r_{тр}$, $r_{ф.пр}$, $r_{н}$ Ом. Величину напряжения прикосновения сопоставить с безопасным и равным $U_0=50$ В.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$U_{ф}$, В	220	127	220	220	127
$r_{тр}$, Ом	0,9	0,8	1	1,2	1,1
$r_{ф.пр}$, Ом	4	2	3	1	2
$r_{н}$, Ом	0,3	0,2	0,5	0,4	0,6

Задача 41. Установить, соответствует ли допустимому $R_{доп}$ (Ом) сопротивление растеканию тока R_s (Ом) железобетонного фундамента, используемого в качестве естественного защитного заземления, площадью $S=3000$ м² производственного здания, расположенного на грунте, верхний слой которого толщиной $h_1=3,7$ м представлен песком с удельным электрическим сопротивлением $\rho_1=500$ Ом·м, а нижний – суглинком с $\rho_2=130$ Ом·м. Безразмерные коэффициенты

α и β , зависящие от соотношения ρ_1 и ρ_2 , равны соответственно 3,6 и 0,1. Допустимое сопротивление защитного заземления $R_{\text{дон}}$ не должно превышать 4 Ом.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$S, \text{ м}^2$	3000	5000	1500	2000	2500
$h_1, \text{ м}$	3,7	3	2,5	3,5	2
$\rho_1, \text{ Ом}\cdot\text{м}$	500	300	400	70	100
$\rho_2, \text{ Ом}\cdot\text{м}$	130	150	200	400	600
α	3,6	3,6	3,6	110	110
β	0,1	0,1	0,1	0,003	0,003

6.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Электрическое сопротивление цепи человека

$$R_{\text{ч}} = r_{\text{ч}} + r_{\text{об}} + r_{\text{опн}}$$

где $r_{\text{ч}}$; $r_{\text{об}}$; $r_{\text{опн}}$ - соответственно сопротивление тела человека, обуви и опорной поверхности.

При однофазном включении человека в четырехпроводную сеть с заземленной нейтралью, проходящий через него ток определяется:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R + r_0}, \text{ А}, \quad (6.1)$$

где $U_{\text{ф}}$ - фазное напряжение, В

r_0 - сопротивление рабочего заземления, Ом.

В случае двухфазного включения человека в сеть с глухозаземленной и изолированной и изолированной нейтралью, ток проходящий через него будет равен

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{л}}}{r_{\text{ч}}}, \text{ А}, \quad (6.2)$$

При прикосновении к одной фазе в трехпроводной сети с изолированной нейтралью сила тока, протекающего через человека, определяется

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{ч}} + \frac{r_{\text{ин}}}{3}}, \text{ А}, \quad (6.3)$$

где $r_{\text{ин}}$ - сопротивление изоляции проводов, Ом.

При расчете искусственного заземления вначале определяется электрическое сопротивление одиночного вертикального электрода по формуле

$$R_{\text{в}} = \frac{0,16 \cdot \rho}{l} \cdot \left[\ln \frac{2 \cdot l}{d} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot (h_0 + 0,5 \cdot l) + l}{4 \cdot (h_0 + 0,5 \cdot l) - l} \right], \text{ Ом}, \quad (6.4)$$

где ρ - удельное сопротивление грунта, Ом \cdot м;

l, d - соответственно, длина, диаметр труб (м);

h_0 - глубина заложения до середины трубы, м.

Рассчитывается суммарная длина горизонтального электрода l_r , соединяющего вертикальные электроды в контурном заземляющем устройстве

$$l_r = a \cdot (n - 1), \text{ м}, \quad (6.5)$$

где n - число вертикальных электродов, $n \geq 4$ шт;

a - расстояние между электродами, м.

Оценивается электрическое сопротивление этого электрода

$$R_{\text{Г}} = \frac{0,16 \cdot \rho}{l_{\text{Г}}} \cdot \ln \frac{l_{\text{Г}}^2}{b \cdot h_0}, \text{ Ом}, \quad (6.6)$$

где b - ширина полосы, м.

Вычисляется расчетное электрическое сопротивление заземляющего устройства расстоянию тока

$$R = \frac{R_{\text{в}} \cdot R_{\text{Г}}}{R_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{в}} + R_{\text{Г}} \cdot \eta_{\text{Г}} \cdot n}, \quad (6.7)$$

где $\eta_{\text{в}}$, $\eta_{\text{Г}}$ - соответственно коэффициенты экранирования стержней и полосы.

Затем сопоставляется расчетное сопротивление R с допустимым сопротивлением заземления. Если $R > R_{\text{дон}}$, то увеличивается число вертикальных электродов n и длина горизонтального электрода l_r . Операции по расчету повторяются по

формулам до тех пор, пока будет удовлетворено условие $R < R_{\text{доп}}$. Значения $\eta_{\text{Б}}$ и $\eta_{\text{Г}}$ определяются для заданных условий по таблице. Величина $R_{\text{доп}}$ принимается равной 4 Ом, а при мощности генераторов и трансформаторов 100 кВА и менее $R_{\text{доп}} = 10$ Ом.

Зависимость величин $\eta_{\text{Б}}$ и $\eta_{\text{Г}}$ от числа электродов при $a = l$

Число вертикальных электродов n , шт	4	6	10	20	40	60	100
Значения, $\eta_{\text{Г}}$	0,45	0,4	0,34	0,27	0,22	0,2	0,19
Значения, $\eta_{\text{Б}}$	0,69	0,61	0,56	0,47	0,41	0,39	0,36

При системе зануления электрооборудования пробой изоляции на корпус превращается в однофазное короткое замыкание. Сила тока короткого замыкания рассчитывается по формуле

$$I_{\text{кз}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{ТР}} + r_{\text{ЛП}} + R_{\text{М}}}, \text{ А,} \quad (6.8)$$

где $R_{\text{ТР}}$ - сопротивление трансформатора;

$r_{\text{ЛП}}$ - сопротивление участка проводов;

$R_{\text{М}}$ - сопротивление магистрали.

Номинальная сила тока плавкого предохранителя определяется

$$I_{\text{н.п}} = \frac{I_{\text{кз}}}{K}, \text{ А,} \quad (6.9)$$

где K - коэффициент надежности.

Напряжение прикосновения

$$U_{\text{пр}} = I_{\text{кз}} \cdot R_0, \quad (6.10)$$

где R_0 - сопротивление нулевого привода.

При использовании железобетонных фундаментов промышленных зданий в качестве заземлителей сопротивление растеканию заземляющего устройства R (Ом) должно оцениваться по формуле

$$R = 0,5 \frac{\rho_2}{\sqrt{S}} \quad (6.11)$$

где S - площадь, ограниченная периметром здания, м^2 ;

ρ_2 - удельное эквивалентное электрическое сопротивление земли, Ом·м.

Для расчета ρ_2 в Ом·м следует использовать формулу

$$\rho_2 = \rho_1 \left[1 - \exp\left(-\alpha \frac{h_1}{\sqrt{S}}\right) \right] + \rho_2 \left[1 - \exp\left(-\beta \frac{\sqrt{S}}{h_1}\right) \right], \quad (6.12)$$

где ρ_1 - удельное электрическое сопротивление верхнего слоя земли, Ом·м;

ρ_2 - удельное электрическое сопротивление нижнего слоя, Ом·м;

h_1 - толщина верхнего слоя земли, м;

α, β - безразмерные коэффициенты, зависящие от соотношения удельных электрических сопротивлений слоев земли.

Если $\rho_1 > \rho_2$, $\alpha = 3,6$, $\beta = 0,1$; если $\rho_1 < \rho_2$, $\alpha = 1,1 \cdot 10^2$, $\beta = 0,3 \cdot 10^2$.

Напряжение шага - это напряжение между точками земли, обусловленное растеканием тока замыкания на землю при одновременном касании их ногами человека. Численно напряжение шага равно разности потенциалов точек, на которых находятся ноги человека.

При расположении одной ноги человека на расстоянии x от заземлителя и ширине шага $x_{\text{ш}}$ (обычно принимается $x_{\text{ш}} = 0,8$ м)

$$U_{\text{ш}} = \frac{I_3 \cdot \rho \cdot x_{\text{ш}}}{2\pi \cdot x(x + x_{\text{ш}})}, \text{ В,} \quad (6.13)$$

Ток, обусловленный напряжением шага

$$I_{\text{ч.ш.}} = \frac{U_{\text{ш}}}{r_{\text{ч}}}, \text{ А,} \quad (6.14)$$

7. БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО ПОД ДАВЛЕНИЕМ

7.1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

Задача 42. Определить число предохранительных пружинных клапанов n с диаметром проходного отверстия d (мм), которые необходимо установить на котле производительностью G (кг/ч) насыщенного пара, работающего с максимальным давлением P_1 (МПа). Коэффициент расхода пара для клапана равен α .

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
d , мм	20	25	30	35	40
P_1 , МПа	1,4	1,6	0,5	0,6	1,5
G , кг/ч	4200	5000	3500	7000	6000
α	0,60	0,65	0,70	0,65	0,50

Задача 43. Определить, соответствует ли пропускная способность двух предохранительных клапанов производительности парового котла G (т/ч). Каждый клапан имеет диаметр проходного отверстия d (мм). Максимальное давление насыщенного пара в котле P_1 (МПа), коэффициент расхода пара клапана равен α .

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
G , т/ч	7,3	4,0	3,0	4,1	4,5
P_1 , МПа	0,8	0,6	1,4	1,0	1,2
d , мм	30	35	20	30	25
α	0,65	0,60	0,55	0,55	0,60

Задача 44. Рассчитать какую температуру ($^{\circ}\text{C}$) будет иметь воздух при сжатии в компрессоре до давления P_2 (МПа), если его начальная температура t ($^{\circ}\text{C}$), а начальное давление равно атмосферному (0,1 МПа). Показатель политропы принять равным m .

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
P_2 , МПа	1	2	3	4	5
t , $^{\circ}\text{C}$	20	25	30	35	40
m	1,35	1,2	1,3	1,25	1,4

Задача 45. Рассчитать, во сколько раз возрастает давление в заполненном сжатым воздухом баллоне, если под влиянием солнечной инсоляции его температура возрастает от t_1 до t_2 ($^{\circ}\text{C}$).

Показатель политропы принять равным 1,4.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
t_1 , $^{\circ}\text{C}$	+10	+15	0	+20	+18
t_2 , $^{\circ}\text{C}$	+25	+35	+20	+50	+45

7.2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Пропускная способность $G_{\text{кл}}$ (кг/ч) предохранительного клапана, установленного на паровом котле с рабочим давлением насыщенного пара от 0,07 до 12 МПа, рассчитывается по формуле

$$G_{\text{кл}} = 0,5 \cdot \alpha \cdot F \cdot (10 P_1 + 1), \text{ кг/ч}, \quad (7.1)$$

где α - безразмерный коэффициент расхода пара через клапаны, принимаемый равным 0,9 величины, установленной заводом-изготовителем клапана;

F - площадь проходного сечения клапана в проточной части, мм;

P_1 - максимальное избыточное давление пара перед клапаном, МПа.

Изменение температуры газа при его сжатии рассчитывается по формуле:

$$T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{m-1}{m}}, \text{ К}, \quad (7.2)$$

где T_1, T_2 - абсолютная температура газа до и после сжатия, $^{\circ}\text{K}$;

P_1, P_2 - абсолютное давление газа до и после сжатия, Па;

m - показатель политропы, величина которого изменяется в пределах 1...1,41.

8. ПРОФИЛАКТИКА ТРАВМАТИЗМА

8.1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

Задача 46. Рассчитать значения показателей частоты и тяжести несчастных случаев на предприятии (цехе, бригаде), среднесписочный состав работающих на котором равен P человек, в течение года произошло H несчастных случаев с общим числом D дней нетрудоспособности.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
P , человек	8	35	188	306	820
H , случаев	1	2	2	3	5
D , дней	32	21	47	68	136

Задача 47. Рассчитать показатели нетрудоспособности на предприятии (цехе, бригаде), среднесписочный состав работающих на котором равен P человек, в течение года общее число дней нетрудоспособности составило D .

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
P , человек	12	41	210	406	1003
D , дней	26	45	52	98	185

Задача 48. Рассчитать показатель нетрудоспособности на предприятии (производственном объединении), если показатель частоты несчастных случаев K_c , в течение года произошло H несчастных случаев с общим количеством D дней нетрудоспособности:

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
K_c	12,3	5,3	10,1	28,2	32,1
H , случаев	6	16	18	8	21
D , дней	189	853	1020	287	524

Задача 49. Рассчитать показатель тяжести случаев для предприятия (производственного объединения) со среднесписочным числом работающих P человек, на котором в течение года произошло H несчастных случаев, а показатель нетрудоспособности равен K_n .

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
P , человек	312	589	860	1560	3283
H , случаев	7	12	28	41	86
K_n	890	1100	690	756	126

Задача 50. Определить, на каком производственном объединении работа по профилактике травматизма за последние 5 лет была организована лучше. В первом объединении среднесписочный состав в течение пятилетки был равен P_1 человек, произошло H_1 несчастных случаев с общим числом D_1 дней нетрудоспособности, а для второго объединения эти показатели соответственно равны P_2 , H_2 и D_2 . Оценку провести на основе сопоставления среднегодового значения показателя несчастных случаев за пятилетку.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
P_1 , человек	1302	1618	1863	2876	3267
H_1 , случаев	80	60	50	40	75
D_1 , дней	1760	1590	1460	920	2300
P_2 , человек	2606	1180	3400	2822	5631
H_2 , случаев	80	35	60	40	160
D_2 , дней	3520	1225	2280	880	4160

Задача 51. В результате несчастных случаев на предприятии на больничном листе в течение года было 3 человека, один из которых проболел D_1 рабочих дней, другой – D_2 , а третий – D_3 . Найдите коэффициент частоты K_c и тяжести K_t несчастных случаев, если на предприятии занято P человек.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
P , человек	100	300	150	120	180
D_1 , дней	7	5	14	12	10
D_2 , дней	20	10	30	21	45
D_3 , дней	10	15	20	15	7

Задача 52. Средний за 5 лет коэффициент частоты несчастных случаев на предприятии равен K_c , а коэффициент тяжести – K_t . Сколько человеко-дней D ве-

роятнее всего будет потеряно по этой причине в текущем году, если на предприятии работает P человек?

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
K_q	16	5	10	28	32
K_r	5	8	3	10	6
P , человек	400	100	250	500	300

8.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Показатель частоты несчастных случаев, т.е. их число, приходящиеся на 1000 работающих на предприятии в течение года по среднесписочному составу, рассчитывается по формуле

$$K_q = \frac{H \cdot 1000}{P}, \quad (8.1)$$

где H - число несчастных случаев с потерей трудоспособности на 1 день и более, произошедших в течение года;

P - среднесписочный состав работающих на предприятии (бригаде, цехе и т.д.).

Показатель тяжести несчастных случаев, т.е. среднее число дней нетрудоспособности, приходящихся на один несчастный случай по предприятию (бригаде, цеху) в течение года, рассчитывается по формуле

$$K_r = \frac{D}{H}, \quad (8.2)$$

где D - суммарное число дней нетрудоспособности из-за несчастных случаев на предприятии в течение года.

Показатель нетрудоспособности (потери трудоспособности), обусловленной травматизмом, т.е. число дней нетрудоспособности из-за травматизма, приходящееся на 1000 работающих на предприятии в течение года, рассчитывается по формуле

$$K_n = K_q \cdot K_r = \frac{D \cdot 1000}{P}, \quad (8.3)$$

9. ВЗРЫВОПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

9.1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

Задача 53. При вытекании легко воспламеняющейся жидкости (ЛВЖ), из лопнувшей магистрали в производственное помещение вследствие испарения образовалось $V_{вз}$ (m^3) его паров. Технологическое оборудование занимает $V_{тех}$ (%) помещения, объем которого равен V (m^3). Рассчитать приближенное значение нижнего концентрационного предела распространения пламени $C_{НКПР}$ (%) паров ЛВЖ и определить долю объема помещения в процентах, занятого взрывоопасной смесью.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$V_{вз}$, m^3	72	40	44	34	56
ЛВЖ	этиловый спирт (C_2H_5OH)	ацетон (C_3H_6O)	этиловый спирт (C_2H_5OH)	ацетон (C_3H_6O)	этиловый спирт (C_2H_5OH)
$V_{тех}$, %	60	50	65	55	70
V , m^3	3000	1600	2200	1800	2800

Задача 54. Определить время τ (мин), достаточное при неблагоприятных условиях (отсутствие вентиляции) для заполнения $\psi = 5\%$ свободного объема производственного помещения взрывоопасной смесью аммиака с нижним концентрационным пределом распространения пламени $C_{НКПР}$ (%), после начала утечки газа через неплотности соединений в технологическом оборудовании. Количество выделяющегося через неплотности соединений газа равно Q_r ($m^3/ч$). Оборудование занимает $V_{тех}$ (%) помещения, объем которого равен V (m^3).

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
V , m^3	800	600	1000	900	1200
$V_{тех}$, %	50	55	60	65	70
Газ	аммиак	ацетилен	аммиак	ацетилен	аммиак
$C_{НКПР}$, %	15	25	15	25	15
Q_r , $m^3/ч$	3,5	4,2	2,5	4,8	4

Задача 55. Рассчитать величину утечки аммиака Q_r ($\text{м}^3/\text{ч}$) из системы средней изношенности ($K_1 = 1,5$; $\alpha = 0,18$) объемом $V_{об}$ (м^3), находящейся под давлением P (МПа) при температуре t ($^\circ\text{C}$) и время τ (мин), в течение которого будет заполнено $\psi = 5\%$ свободного объема помещения $V_{св}$ (м^3) с концентрацией взрывоопасной смеси, равной 0,2 нижнего предела распространения пламени аммиака ($C_{НКПР} = 15\%$ по объему). Молекулярная масса аммиака $M = 17,03$ кг/моль, а плотность $\rho = 0,77$ кг/м³.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$V_{об}, \text{м}^3$	1	2	3	4	5
$P, \text{МПа}$	0,6	0,4	0,5	0,2	0,3
$V_{св}, \text{м}^3$	200	180	300	260	320
$t, ^\circ\text{C}$	40	50	60	70	80

Задача 56. Вследствие разгерметизации системы объемом $V_{об}$ (м^3) при аварии холодильной установки в производственное помещение поступил аммиак под давлением P (МПа). Рассчитать среднюю концентрацию аммиака $C_{ср}$ ($\text{мг}/\text{м}^3$) в воздухе при условии равномерного заполнения им всего помещения объемом V (м^3) и кратность превышения n предельно допустимой концентрации аммиака в воздухе рабочей зоны. Плотность аммиака $\rho = 0,77$ кг/м³, $C_{пик} = 20$ мг/м³.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$V_{об}, \text{м}^3$	0,5	0,6	0,4	0,3	0,8
$V, \text{м}^3$	1000	4000	2000	2500	4000
$P, \text{МПа}$	0,2	0,6	0,8	1,0	0,1

Задача 57. Вследствие нарушения сроков уборки мучной пыли, она накопилась на поверхности технологического оборудования и конструкциях производственного помещения объемом V (м^3), относящегося к категории "Б" по взрывопожарной опасности. При открывании ворот за счет сдувания в помещении образовалось облако, содержащее m_n (кг) пыли, которое заняло $\psi = 5\%$ свободного объема помещения. Определить среднюю концентрацию мучной пыли $C_{ср}$ ($\text{мг}/\text{м}^3$) в

этом облаке при условии, что объем технологического оборудования составляет $V_{тех}$ (%) объема помещения. Сравнить рассчитанную концентрацию с нижним концентрационным пределом распространения пламени пыли пшеничной муки высшего сорта $C_{НКПР} = 28,8$ г/м³.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$V, \text{м}^3$	1000	1500	800	12000	3000
$V_{тех}, \%$	60	70	65	55	60
$m_n, \text{кг}$	0,42	0,70	0,66	0,88	0,75

Задача 58. Рассчитать минимальную площадь легкосбрасываемых ограждающих конструкций (ЛСК) S (м^2) и количество остекленных оконных проемов N для помещения вальцовых станков мельницы. Габариты помещения $L \times B \times H$ (м), в нем n станков с внешними габаритами $2,5 \times 1,7 \times 1,8$ (м). Площадь одного оконного проема 4 м^2 . Остекление по длине помещения при ширине 12 м – двустороннее с симметричным расположением оконных проемов, при ширине 6 м – одностороннее, толщина стекла 4 мм .

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$L, \text{м}$	18	12	6	12	24
$B, \text{м}$	12	12	6	6	12
$H, \text{м}$	4,5	3,5	4,0	4,5	4,5
$n, \text{шт}$	16	10	4	6	24

Задача 59. Рассчитать глубину емкости H диаметром D (м) для противопожарного водоснабжения предприятия, относящегося к категории "В" пожарной опасности, III степени огнестойкости и с объемом производственных помещений V (м^3) на 3-х часовое пожаротушение пожара.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$V, \text{м}^3$	2800	15000	4500	40000	3000
$D, \text{м}$	6	8	9	10	6

Задача 60. Рассчитать диаметр пожарного водопровода D (мм) при допустимой скорости движения воды в нем w_b (м/с) для предприятия категории "В" по пожароопасности, III степени огнестойкости и с объемом производственных помещений V (м³).

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$V, \text{м}^3$	15000	1800	2000	25000	3000
$w_b, \text{м/с}$	2,5	2,7	2,8	3,0	2,6

Задача 61. Определить потенциал статического электричества U (В), возникающий на поверхности цистерны объемом $V_{ц}$ (дм³) в случае нарушения сети защитного заземления при ее заполнении этиловым спиртом со скоростью $Q_3 = 100 \text{ дм}^3/\text{мин}$. При этой скорости 1 дм³ электризованного спирта передает цистерне заряд 10^{-8} Кл. Электрическая емкость цистерны C (пФ). Установить, является ли энергия искрового разряда статического электричества W (мДж) достаточной для воспламенения паров этилового спирта, для чего необходима минимальная энергия искры $W_{\text{мин}} = 0,95 \text{ мДж}$.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$V_{ц}, \text{дм}^3$	1000	200	5000	2000	800
$C, \text{пФ}$	2000	4000	10000	2500	5000
$Q_3, \text{дм}^3/\text{мин}$	100	200	50	300	250

Задача 62. Оценить, может ли энергия искры W (Дж) статического электричества, образовавшегося при разряде потенциала U (В), накопившегося на человеке, тело которого имеет электрическую емкость C (пФ), вызвать взрыв паров горючего вещества. Минимальная энергия, необходимая для воспламенения паров горючего вещества, $W_{\text{мин}}$ (мДж).

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$U, \text{В}$	5000	5000	15000	10000	5000
$C, \text{пФ}$	200	100	150	250	300
Вещество	сероводород	спирт этиловый	бензол	метан	этилен
$W_{\text{мин}}, \text{мДж}$	0,009	0,95	0,2	0,28	0,12

9.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Нижний концентрационный предел распространения пламени газообразных органических веществ в воздухе рассчитывается по приближенной формуле

$$C_{\text{НКПР}} = C_{\text{см}}/2, \quad (9.1)$$

причем

$$C_{\text{см}} = \frac{100}{1 + 4,84\beta}, \quad (9.2)$$

$$\beta = n_c + \frac{n_n - n_x}{4} - \frac{n_o}{2}, \quad (9.3)$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания горючего вещества;

n_c, n_n, n_o, n_x — число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего.

Объем взрывоопасной смеси горючего вещества с воздухом с концентрацией, равной нижнему пределу распространения пламени, определяется по формуле

$$V_{\text{м}} = \frac{100 \cdot V_{\text{Г}}}{C_{\text{НКПР}}}, \text{ м}^3, \quad (9.4)$$

где $V_{\text{Г}}$ — объем выделившихся в помещении взрывоопасных газов, м³.

Процент заполнения свободного объема производственного помещения взрывоопасной смесью рассчитывается по формуле

$$\psi = \frac{100 \cdot V_{\text{ВЗ}}}{V_{\text{СВ}}}, \%, \quad (9.5)$$

где $V_{\text{СВ}}$ — свободный от технологического оборудования объем производственного помещения, м³.

Утечки взрывоопасных паров и газов через неплотности соединений технологического оборудования, работающего под давлением, рассчитываются по формуле (эмпирической)

$$Q_{\text{Г}} = \frac{K_3 \cdot \alpha \cdot V_{\text{об}}}{\rho} \cdot \sqrt{\frac{M}{T}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (9.6)$$

где K_2 - безразмерный коэффициент запаса, учитывающий степень износа и состояние оборудования (принимается $K=1...2$);

α - безразмерный коэффициент, величина которого зависит от давления в оборудовании (при ориентировочных расчетах может приниматься: при давлении $P \leq 0,4$ МПа, $\alpha=0,15$; $P \leq 1,7$ МПа, $\alpha=0,18$; $P \leq 40$, МПа $\alpha=0,28$);

$V_{об}$ - внутренний объем оборудования и присоединенных к нему трубопроводов (до закрытых заглушающих устройств), m^3 ;

ρ - плотность паров или газов, истекающих через неплотности соединений, kg/m^3 ;

M - молекулярная масса паров или газов;

T - температура внутри оборудования, К.

Количество взрывоопасного газа (паров), поступившее в помещение при аварии (разгерметизации) оборудования, работающего под давлением, рассчитывается по формуле

$$V_T = 10 P \cdot V_{об}, m^3, \quad (9.7)$$

где P - давление газа (паров) внутри оборудования до аварии, МПа.

Концентрация вещества в воздухе производственного помещения при условии равномерного распределения по объему помещения и без учета работы вентиляции рассчитывается по следующим формулам:

в % по объему для газа (пара)

$$C = \frac{V_c}{V} \cdot 100, \% \quad (9.8)$$

в mg/m^3 соответственно для газа (пара) и пыли

$$C = \frac{10^6 \cdot V_c \cdot \rho}{V}; \quad C = \frac{10^6 \cdot m_n}{V_n}, \quad (9.9)$$

где V - объем производственного помещения, m^3 ;

ρ - плотность газа (пара), kg/m^3 ;

m_n - масса поступившей в помещение пыли, кг;

V_n - запыленный объем помещения, m^3 .

Суммарная площадь ЛСК зависит от свободного объема помещения. $1 m^3 V_{об}$ защищают минимально $0,03 m^2$ площади ЛСК. Для стекла толщиной 4 мм площадь одного листа минимум $1 m^2$.

Запас воды для трехчасового внутреннего и внешнего тушения пожара рассчитывается по формуле:

$$Q = 11 \cdot n_n, m^3, \quad (9.10)$$

где n_n - нормативный расход воды для внутреннего (n_1) и внешнего (n_2) тушения пожара, dm^3/c .

Нормативный расход воды $n_1=5 dm^3/c$, а n_2 принимается по таблице в зависимости от степени огнестойкости здания и категории производства по пожарной опасности.

Степень огнестойкости	Категория производства по пожарной опасности	Расход воды (dm^3/c) на 1 пожар при объеме здания, тыс. m^3				
		до 3	3...5	5...20	20...50	50...200
I, II	Г, Д	10	10	10	10	15
I, II	А, Б, В	10	10	15	20	30
III	Г, Д	10	10	15	25	
III	В	10	15	20	30	
IV, V	Г, Д	10	15	20	30	
IV, V	В	15	20	25		

Глубина емкости для пожарного водоснабжения определяется по формуле:

$$H_{\phi} = 1,2 H_p, m, \quad (9.11)$$

где H_p - рассчитанная глубина, м;

1,2 - коэффициент запаса емкости.

Технологические процессы пищевых производств, связанные с дроблением, измельчением и просеиванием продукта, с очисткой и переработкой зерна, транспортированием твердых и жидких продуктов с помощью конвейеров и по трубам сопровождаются электризацией и накоплением зарядов статического

электричества. Величина электростатического заряда зависит от электропроводности материалов, их относительной диэлектрической проницаемости, скорости движения, характера контакта между соприкасающимися материалами, электрических свойств окружающей среды, относительной влажности и температуры воздуха.

Степень электризации жидкости в основном зависит от ее диэлектрических свойств и кинематической вязкости, скорости потока, диаметра и длины трубопровода, материала трубопровода, состояния его внутренних стенок и температуры жидкости.

Величину электростатического потенциала U можно определить по формуле

$$U = \frac{q}{C}, \quad (9.12)$$

где q — величина накопленного на поверхности оборудования заряда, Кл;

C — электрическая емкость оборудования, Ф.

Если напряженность электростатического поля над поверхностью диэлектрика достигает критической (пробивной) величины, то возникает электрический разряд. Для воздуха пробивное напряжение примерно равно 30 кВ/см.

Энергия разряда (искры) диэлектрика W (Дж) определяется по формуле

$$W = 0,5C \cdot U^2, \quad (9.13)$$

где C — электрическая емкость, разряжаемая искрой, Ф;

U — разность потенциалов относительно земли, В.

Разность потенциалов на оборудовании может достигать нескольких десятков тысяч вольт. Искра, возникающая при напряженности электростатического поля 3 кВ, способна воспламенить любую газозвоздушную смесь, а при 5 кВ — пылевоздушную смесь органических веществ (пыль муки, сахара, декстрина, крахмала и т. п.).

Основным способом предупреждения возникновения электростатического заряда является постоянный отвод статического электричества от технологическо-

го оборудования с помощью заземления. Каждую систему аппаратов и трубопровода заземляют не менее чем в 2 местах. Резиновые шланги обвивают заземленной медной проволокой с шагом 10 см. Предельно допустимое сопротивление заземляющего устройства, используемого только для отвода электростатического заряда, не должно превышать 100 Ом.

10. ОТВЕТЫ НА ЗАДАЧИ

Номер задачи	Определяемая величина	1	2	3	4	5
1	L (м ³ /ч)	2000	2857	2500	3333	2364
2	$K_{об}$ (1/ч)	0,6	0,1	0,5	5,7	9,3
3	L (м ³ /ч)	2431	1724	2525	3846	4167
	$K_{об}$ (1/ч)	4,86	1,72	4,21	4,81	3,47
4	n	1,75	1,60	1,43	1,17	1,55
5	M (г/ч)	0,068	0,044	0,011	0,019	0,009
6	L (м ³ /ч)	3333	3000	5000	1667	2000
7	L (м ³ /ч)	18000	5400	21600	7200	14400
8	L (м ³ /ч)	62727	47143	33462	46765	37000
9	$Q_{об}$ (Вт)	153333	175000	150000	150000	133333
10	n	1,35	1,33	2,05	2,22	2,42
11	F (м ²)	7,5	8,3	8,0	8,6	7,4
12	C (мг/м ³)	1,5	3,0	3,7	5,5	7,4
13	η (%)	94	90	94	95	93
14	%	10	20	15	20	10
15	L (м ³ /ч)	1263	1252	1207	1945	633
16		осушать	увлажнять	осушать	увлажнять	увлажнять
17	$\delta_{из}$ (мм)	55	189	392	272	86
18	$Q_{об}$ кВт	10,9	16,4	21,9	5,5	13,7
	L (м ³ /ч)	1821	3512	5464	1024	2927
	$K_{об}$ (1/ч)	1,1	0,4	0,4	1,9	1,6
19	$Q_{об}$ кДж/ч	91875	91875	91875	91875	91875
	L (м ³ /ч)	8507	15313	25521	10938	15313
	$K_{об}$ (1/ч)	2,7	1,9	1,7	2,2	1,3
20	Q (кВт)	56,8	18,8	2,5	16,0	13,3
21	$t_{пов}$ (°С)	177	144	116	100	259
22	L (кд/м ²)	10000	9424	5773	7493	7068
23	ρ	0,25	0,50	0,30	0,17	0,30
	E (лк)	150	300	50	75	500
	фон	средний	светлый	средний	темный	средний
24	L_0 (кд/м ²)	280	1200	440	900	1280
25	E_{max} (лк)	420	220	345	180	130
	E_{min} (лк)	380	180	255	120	70
26	W (Вт)	6,7	2,6	15,0	14,5	2,4
	N	167	33	188	181	60

Номер задачи	Определяемая величина	1	2	3	4	5
27	S (м ²)	541,7	22,8	15,6	390,0	4,1
	%	52,1	15,0	4,3	29,4	10,2
28	N	139	6	4	38	1
29	E (лк)	39	124	88	102	61
30	ΔL (дБ)	17,1	16	17,5	11	15
31	L (дБ)	92	64	50	28	56
32	$R_{с2}$ (дБ)	10	13	2	34	29
33	тип глуш.	A-400	A-160	A-200	A-400	A-250
	кол. секций	8	2	2	5	2
34	S (см ²)	75	100	125	125	150
	$H_{из}$ (см)	56	37	28	35	31
35	а) $I_ч$ (мА)	380,0	38,0	275,0	1100,0	4,8
	б) $I_ч$ (мА)	230,8	549,8	192,1	57,4	562,8
36	$I_ч$ (мА)					
	а) изол.	1,3	5,1	0,1	0,7	0,6
	заземл.	218,5	21,9	1075,5	430,2	14,6
	б) изол.	0,6	0,9	0,1	0,4	0,4
	заземл.	1,1	1,0	1,1	1,1	1,0
37	n	4	4	60	60	40
	R (Ом)	3,98	8,34	3,82	3,84	3,25
38	$I_{с3}$ (А)	62,7	46,3	46,7	73,1	70,8
	$I_{ин}$ (А)	20,9	15,4	15,6	24,4	23,6
	$U_{то}$ (В)	110,3	259,2	14,0	182,8	141,5
39	$U_{ш}$ (В)	63	354	5	60	61
	$I_{ч ш}$ (мА)	63	236	7	60	51
40	$I_{к3}$ (А)	47,8	51,5	57,4	122,2	42,8
	$U_{то}$ (В)	14,3	10,3	28,7	48,9	25,7
41	R_3 (Ом)	1,90	1,26	3,10	0,95	1,42
42	n	3	2	3	4	2
43		нет	да	нет	да	нет
44	t (°С)	259	218	391	371	684
45	n	1,20	1,26	1,28	1,41	1,36
46	K_1	125,0	57,1	10,6	9,8	6,1
	K_1	32,0	10,5	23,5	22,7	27,2
47	K_2	2166,7	1097,6	247,6	241,4	184,4
48	$K_{ш}$	387,5	282,6	572,3	1011,7	801,0
49	K_1	39,7	54,0	21,2	28,8	4,8
50		одинаково	на первом	на втором	на втором	на первом

СОДЕРЖАНИЕ

Номер задачи	Определяемая величина	1	2	3	4	5
51	K_n	30,0	10,0	20,0	25,0	16,7
	K_T	12,3	10,0	21,3	16,0	20,7
52	D	32	4	8	140	58
53	$C_{\text{НКПР}} (\%)$	3,22	2,46	3,22	2,46	3,22
	$\psi (\%)$	6,0	5,0	5,7	4,2	6,7
54	τ (мин)	51	48	72	49	41
55	Q_T (м ³ /ч)	0,08	0,13	0,24	0,26	0,32
	τ (мин)	220	121	113	90	90
56	$C_{\text{ср}}$ (мг/м ³)	770	693	1232	924	154
	n	38,5	34,65	61,6	46,2	7,7
57	$C_{\text{ср}}$ (мг/м ³)	21000	31111	47143	3259	12500
	n	0,73	1,08	1,64	0,11	0,43
58	$S_{\text{лск}} (\text{м}^2)$	25,5	12,8	3,4	8,3	33,4
	колич. окон	4+4	2+2	1	3	5+5
59	H (м)	7,0	6,6	4,2	5,9	9,3
60	D (мм)	113	84	83	122	99
61	U (В)	5000	500	5000	8000	1600
	W (мДж)	25	0,5	125	80	6,4
		доста- точно	недоста- тона	доста- точно	доста- точно	доста- точно
62	W (мДж)	2,50	1,25	16,88	12,50	3,75
		может	может	может	может	может

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурашников Ю.М., Максимов А.С. Охрана труда в пищевой промышленности, общественном питании и торговле. – М.: Академия, 2006. – 235 с.
2. Бурашников Ю.М., Максимов А.С. Безопасность жизнедеятельности. – М.: ИК МГУП, 2007. – 176 с.

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	6
2. ВЕНТИЛЯЦИЯ ЦЕХОВ И ДУШИРОВАНИЕ РАБОЧИХ МЕСТ	7
2.1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ	7
2.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	14
3. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	18
3.1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ	18
3.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	21
4. ОСВЕЩЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ	23
4.1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ	23
4.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	25
5. БОРЬБА С ШУМОМ И ВИБРАЦИЕЙ	29
5.1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ	29
5.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	31
6. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ	34
6.1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ	34
6.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	38
7. БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО ПОД ДАВЛЕНИЕМ	42
7.1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ	42
7.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	43
8. ПРОФИЛАКТИКА ТРАВМАТИЗМА	44
8.1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ	44
8.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	46
9. ВЗРЫВОПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ НА ПРОИЗВОДСТВЕ	47
9.1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ	47
9.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	51
10. ОТВЕТЫ НА ЗАДАЧИ	56
ЛИТЕРАТУРА	58