

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**

ПЕТРОСОВА Л.И.

ОХРАНА ТРУДА

Учебно-методическое пособие



ТАШКЕНТ 2020

Петросова Л.И. Охрана труда. Учебно-методическое пособие.
–Ташкент. ТашГТУ, 2020. -80 с.

Данное учебно-методическое пособие составлено в соответствии с учебной программой кафедры БЖД , №БД5640100 4.01 , утвержденной научно-методическим советом ТашГТУ от 2018.18.08.

Оно содержит рекомендации по объему, содержанию и оформлению курсового проекта. Приведены методики расчета средств защиты от шума, вибрации, электрического тока, электромагнитных излучений. Представлен порядок расчета воздухообмена в производственных помещениях, естественного и искусственного освещения и даны необходимые справочные данные и нормативная литература.

Учебно-методическое пособие рассчитано для выполнения курсового проекта по дисциплине „Охрана труда” студентами 4 курса направления, 5640100,- „Безопасность жизнедеятельности”.

Печатается по решению научно-методического совета Ташкентского государственного технического университета.

Рецензенты:

Сапаев Ш.М. (Начальник ОТТБ
Аэропорт Ташкент)

Нарзиев Ш. (доц. каф. БЖД ТашГТУ)

Введение

В условиях производства осуществляется трудовой процесс - высшая форма деятельности человека. Процесс труда есть вечное естественное условие человеческой жизни и поэтому все положения безопасности человека в сфере производства приобретают здесь конкретность и определенность. Область знаний, исследующая опасности, действующие в условиях производства и разрабатывающая методы защиты от них работающих, получила название «Охрана труда».

Человек должен быстро ориентироваться в сложной производственной обстановке, обеспечивать постоянный контроль и самоконтроль за действиями системы и поступающими сигналами. Все это требует повышенного внимания к безопасности человека в производственных условиях.

Охрана труда решает совершенно конкретный круг проблем, относящихся к условиям труда, а именно: условия труда не должны причинять вреда здоровью человека, оцениваемого современными методами. Условия труда, оцениваемые с позиций охраны труда, как благоприятные, нормальные и допустимые, могут быть далеки от совершенства. Конечным следствием неблагоприятных условий труда являются производственный травматизм и профессиональные заболевания. Травматизм и профессиональные заболевания на производстве, несмотря на научно-технический прогресс, не только не снижаются, но становятся более тяжелыми и наносят значительный ущерб здоровью работающих.

Охрана труда имеет свои методы и средства и обладает определенной самостоятельностью как область человеческой практики. Курсовой проект является завершающим этапом изучения дисциплины «Охрана труда».

Цель курсового проекта

Цель курсового проекта заключается в том, что в процессе его выполнения студент не только закрепляет, но и углубляет полученные теоретические знания. Курсовой проект – это во многом самостоятельный исследовательский труд студента, выполненный на основе изучения научной и учебной литературы. Он является важной частью самостоятельной работы студентов. Опыт и знания, полученные студентом на этом этапе обучения, могут быть использованы для подготовки выпускной квалификационной работы и формирования будущего специалиста.

Порядок выбора темы курсового проекта

Темы курсового проекта разрабатываются преподавателями кафедры, которые читают данный курс, проводят практические занятия, осуществляют текущий контроль и принимают экзамен. Курсовой проект выполняется студентами с учетом требований, изложенных в настоящем методическом пособии. Особое внимание при подготовке и выполнении курсового проекта следует обратить на изучение нормативных правовых актов, которые затрагивают важнейшие финансовые, экономические и иные проблемы, имеющие отношение к выполняемой теме.

Выполненный курсовой проект сдаётся на проверку преподавателю и проводится индивидуальное собеседование по узловым вопросам проекта. Курсовой проект защищается на кафедре в указанный срок в присутствии комиссии.

Несвоевременное предоставление курсового проекта, вызывающее задержку защиты, является нарушением учебного процесса. В этом случае студент не допускается к экзамену.

Структура и объем курсового проекта

Курсовой проект состоит из расчетно- пояснительной записки и графического материала, выполненного на листе формата А-2.

Титульный лист. В верхней части содержит наименование университета, кафедры (по которой выполняется работа), фамилия, имя, отчество студента и его шифр, специальность (5640100 – «Безопасность жизнедеятельности»), номер курса, наименование темы, фамилию и инициалы преподавателя, оценку, место выполнения работы (город), год выполнения работы (см. приложение).

Содержание. Идет за титульным листом отдельной страницей и содержит введение, основную часть (наименование разделов курсового проекта), заключение (выводы и предложения), список использованной литературы с указанием страниц, приложение.

Введение. В краткой форме (на 1-2с.) обосновываются актуальность и значение выбранной темы. Здесь необходимо сформулировать цели и задачи, которые ставит перед собой студент при написании работы.

Во введении не следует давать общее представление о предмете, а также приводить определение тех или иных понятий, расшифровывать термины.

Следует изложить в 1-2 абзацах свое видение актуальности темы курсового проекта. Например, тема посвящена освещению, шуму, вентиляции и т.п., её актуальность обусловлена инновационным подходом к решению поставленной проблемы, т.е. уменьшению вредного воздействия на организм работника.

Например, тема: «Значение аттестации рабочих мест в создании безопасных условий труда». Актуальность темы заключается в том, что после грамотной аттестации руководитель, владея информацией о соответствии или несоответствии рабочих мест нормативным требованиям, сможет более эффективно расходовать средства, идущие на охрану труда, плюс социальный и экономический эффект после реализации рекомендаций комиссии, проводящей аттестацию рабочих мест по условиям труда.

Задачи должны показать, как будет раскрыта тема, какие аспекты темы наиболее существенны по мнению студента. В целом же задачи должны раскрывать: современное состояние анализируемой темы; имеющиеся способы анализа или решение вопросов, которые рассматриваются в курсовом проекте; существующие способы и методы профилактики по теме курсового проекта и наиболее перспективные из них.

Основная часть.

1. Сущность проблемы (1-3 с.), её актуальность. Понятие и определение необходимо представить в виде их анализа по ряду источников литературы, в которых изложена теория данной проблемы. В процессе анализа понятий проблемы следует сопоставить мнения разных авторов и выбрать оптимальный вариант, наиболее приемлемый для практического использования.

В процессе изложения материала необходимо в тексте делать ссылки на литературу, например [4. – С.56], где «1» - номер источника литературы в библиографическом списке, «С.61» или «С.52-80 – страницы источника литературы.

2. Подробное содержание рассматриваемой проблемы (6-9 с.) Например, если в п. 1) рассматривается только сущность проблемы, актуальность предмета анализа, то в п. 2) раскрываются его уровни, коммуникации и другие аспекты, характеризующие его содержание.

1. Например, в теме «Методы борьбы с вибрацией» следует рассмотреть в п. 1) определение вибрации, ее основные характеристики, а в п. 2) целесообразно рассмотреть действие вибрации на организм человека, нормирование вибрации, способы защиты от вибраций (технические организационные).

3. Анализ опыта практических примеров (9-10 с.) Например, в теме «Причины производственного травматизма и меры его профилактики» следует сослаться на аналитические работы, в которых на большом фактическом материале приводятся научно обоснованные классификации причин травматизма (организационные, технические, психофизиологические и т.п.). Уместно описать и классифицировать причины травматизма на предприятии, где работает студент, используя при этом наглядный материал, в том числе схемы, графики, расчеты и другие формы конкретных результатов деятельности предприятия. Например, описать динамику травматизма, его тяжесть в зависимости от времени года.

Наиболее ценным и интересным материал этого раздела может быть в том случае, если дать его в сравнении с опытом других предприятий, представив в следующем разделе свои рекомендации по совершенствованию определенного вида

деятельности данного предприятия. Например, проведя анализ причин травматизма на предприятии, предложить меры по его снижению.

Заключение. Здесь следует привести краткие выводы по каждому разделу курсового проекта и в конце свои умозаключения по состоянию данной проблемы, перспективе её развития. Выводы должны в обязательном порядке отразить все задачи, которые были сформулированы студентом во введении. Они должны в краткой, тезисной форме отразить содержание основной части курсового проекта. Не следует в выводах поднимать и обсуждать вопросы, которые не отражены в основной части и не являются предметом исследования.

Оформление списка использованной литературы. Этот список помещается в конце работы после заключения под заголовком «список использованной литературы». В списке литературы приводятся лишь те источники, на которые делались ссылки в тексте работы и нумеруются арабскими цифрами. Он должен содержать такие виды изданий, как учебники, учебные пособия, монографии, периодические издания (журнальные статьи), информационные публикации. Список использованной литературы должен включать не менее 10-12 наименований, включая ИНТЕРНЕТ сайты.

В начале списка размещаются законодательные и нормативные акты, инструктивные материалы. Затем специальная литература в алфавитном порядке. В конце – периодические издания с указанием года и месяца выпуска журналов. Каждая книга списка должна быть описана в соответствии с ГОСТ 7.1 – 2003. «Общие требования и правила составления». Если книга написана 1, 2 или 3 авторами, в описание должно входить: фамилия и инициалы автора; полное название книги; после тире – название города, в котором издана книга; после двоеточия – название издательства (без кавычек), которое её выпустило; после запятой – год издания; после точки и тире – количество страниц. Если книга издана без указаний авторов или имеет четырёх и более авторов, то она описывается под заглавием книги. При этом описание содержит следующие сведения: заглавие, после косой черты указываются три первых автора и слово «и др.»; после тире – название города; после двоеточия – название издательства; после запятой – год издания; после точки и тире – количество страниц. Для некоторых городов, в

которых издается особенно много книг, приняты специальные сокращения в описании: СПб (Санкт – Петербург), М. (Москва) и т.д. При использовании статьи (главы, раздела) из книги, сборника или периодического издания необходимо указать: фамилию, инициалы автора; название статьи (главы, раздела); после двух косых линий – название издания (без кавычек) , где она помещена; после тире – год издания; после тире – номер; после тире – страница («С.» с большой буквы), на которой помещена данная статья, например:

Ковалевич Р.Д. Физиология двигательной активности // Физиология человека. – 2008. – Т.23. – №3. – С. 13-22.

Вихров К.Р. Практикум по курсу «Безопасность жизнедеятельности» / К.Р. Виханский, Л.В. Арбузов, Т.Р. Сотников – М.: КолоС, 2003. – 365с.

Особое внимание следует обратить на правильность описания официальных документов (законов, указов, постановлений, положений и др.). После названия официального материала ставится двоеточие и указывается, кем принят (утверждён) данный законодательный акт, дата принятия его и номер.

Например:

Закон РУз от 22.09.2016 «Об Охране труда» // СЗ, №14, 2016.

При включении в список использованной литературы статьи из журнала приводят следующие данные: фамилию и инициалы автора, заглавие статьи, наименование издания, год выпуска, номер издания, страницы, на которых помещена статья.

Приложение.

В курсовом проекте целесообразно дать приложение (таблицы, схемы, плакаты из нормативных документов и т.п.)

Приложение оформляют как продолжение работы со сквозной нумерацией страниц. Каждое приложение начинают с новой страницы, дают ему тематический заголовок, а выше его, в правом верхнем углу, указывают слово «Приложение» и арабскими цифрами порядковый номер, например: Приложение 1, Приложение 2 и т.д. (пишут с прописной буквы). Ссылки на приложение в тексте оформляют аналогично ссылкам на таблицы и рисунки, например: (прил. 2). Если приложение занимает несколько страниц, то следует в правом верхнем углу указать, например, «Продолжение приложения 1». Располагать приложения следует в порядке появления ссылок на них в тексте.

Оформление курсового проекта

Объем курсового проекта не должен превышать 45-50 страниц рукописного текста; 35-40 страниц печатного текста.

Текст работы выполняется либо рукописным способом, либо на компьютере, на стандартном листе формата А-4 (210 х 297мм) без рамки. Текст размещают на одной стороне листа при вертикальном его расположении. На каждой странице должны быть поля: слева – 30 мм, справа – 10 мм, сверху и снизу 20 мм.

В курсовом проекте используется сквозная нумерация страниц по всему тексту, от титульного листа до последнего приложения. Номер страницы проставляется снизу в центре. Первой страницей является титульный лист. Титульный лист и содержание не нумеруются.

Если работа выполняется на компьютере, текст набирается в редакторе Microsoft Word. При наборе текста следует использовать шрифт Times New Roman, размер 14 пс. Межстрочный интервал абзацев – полуторный (1,5). На каждой странице должно быть 28 – 30 строк, в каждой строке 59 – 63 знака (за печатный знак принимается и пропуск между словами). При переходе от изложения одного фрагмента текста к другому текст начинают с нового абзаца. Обязательна красная строка – 1,27, т.е. при этом абзацный отступ должен быть равен пяти буквенным знакам (абзац начинается после пяти пробелов на шестом). Текст должен быть выровнен по ширине страницы.

Курсовой проект должен быть аккуратно оформлен и переплетен. Графическая часть выполнена согласно ГОСТ.

Процедура защиты

Курсовой проект, допущенный к защите, защищается студентом перед комиссией (не менее 2 преподавателей). Студент отвечает на вопросы членов комиссии.

Критерии оценки

1. Полнота охвата используемых источников информации;
2. Творческий подход к выполнению курсового проекта;
3. Правильность и научная обоснованность выводов;
4. Грамотный стиль изложения;
5. Аккуратно выполнена и оформлена;
6. Графическая часть выполнена в соответствии с ГОСТ.

При оценке курсового проекта учитывается не только его содержание, но и результаты защиты. По итогам защиты комиссия выставляет оценку, которая заносится в зачетную книжку студента и экзаменационную ведомость.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. Социальные и экономические аспекты охраны труда.
2. Разработка рекомендации о создании кабинета охраны труда или уголка охраны труда.
3. Значение гигиенического нормирования освещенности рабочей зоны для сохранения и поддержания высокой работоспособности. Профилактика зрительного утомления.
4. Влияние параметров микроклимата на безопасность труда (температура, влажность, ветер, давление, аэроионизация).
5. Влияние шума на производительность труда и здоровье работников.
6. Определение расположения источника шума в помещении.
7. Проблемы защиты работников от электромагнитных излучений различной частоты.
8. Проектирование искусственного освещения помещений.
9. Выбор циклона при пылегазоочистке воздуха при геологических работах.
10. Обеспечение электробезопасности на предприятиях.
11. Проектирование естественного освещения помещений.
12. Причины производственного травматизма и меры его профилактики.
13. Проектирование вентиляции промышленного здания.
14. Меры профилактики запыленности и загазованности рабочих мест на горных предприятиях.
15. Разработка мероприятий для руководителей и работников в области создания и обеспечения безопасных условий труда.
16. Разработка методов борьбы с вибрацией.
17. Организация режима труда и отдыха на опасных объектах.
18. Методы расследования несчастных случаев на производстве.
19. Механизмы расчета экономической эффективности мероприятий по охране труда.
20. Значение аттестации рабочих мест в создании безопасных условий труда.

21. Основные направления создания безопасных условий труда.
22. Проектирование освещения производственных помещений, рабочих мест. Влияние освещенности рабочих мест, цветовой окраски помещений и оборудования на здоровье трудящихся, производительность труда.
23. Воздействие метеорологических условий на организм человека и безопасность труда.
24. Действие вибрации на организм человека, организационные и технические меры борьбы с ней, способы снижения вибрации машин и оборудования.
25. Действие ультрафиолетовых лучей, инфракрасных, ионизирующих, электромагнитных и радиоактивных излучений на организм человека. Защита от вредных излучений.
26. Действие шума на организм человека, организационные и технические меры борьбы с ним, способы снижения шума.
27. Действие электрического тока на организм человека. Организационные и технические мероприятия защиты от поражения электрическим током.
28. Меры безопасности при эксплуатации оргтехники (персональные компьютеры, копировальные аппараты и др.).
29. Загрязнение воздуха пылью и вредными газами при выполнении различных работ. Расчет вентиляции и требования, предъявляемые к ней.
30. Влияние освещения и цветового оформления рабочего места на здоровье и работоспособность человека.
31. Назначение вентиляции и требования, предъявляемые к ней. Классификация систем вентиляции.
32. Обеспечение безопасности при проектировании и внедрении технологий, машин и механизмов.
33. Санитарно-гигиеническое состояние рабочего места специалиста.
34. Основные пути создания здоровых и безопасных условий труда.
35. Паспортизация предприятий: цели и задачи. Учет и отчетность по охране труда.

Расчётно-пояснительная часть содержит:

1. Задание
2. Содержание
3. Введение
4. Выбор методики расчета параметров
5. Схемы
6. Расчеты параметров
7. Выводы
8. Список использованной литературы

Содержание

| | |
|--|------|
| Введение | стр. |
| I. Основная часть | |
| 1.1. Опасные и вредные факторы | |
| 1.2. | |
| 1.3. | |
| II. Расчет (естественного освещения, вентиляции, шума и т .д.) | |
| III. Профилактические мероприятия | |
| IV. Выводы | |
| V. Список использованной литературы | |

БЛАНК- ЗАДАНИЕ НА К.П.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Ислама Каримова

Факультет _____ Горное дело и металлургия _____

Кафедра __Безопасность жизнедеятельности Направление: 5640100 БЖД__

Утверждаю

Заведующий кафедрой

проф. Мусаев М.Н.

« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТА

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема курсового проекта _____

утверждена на заседании кафедры от “ ____ ” ____ г. № _____

Срок сдачи студентом законченной работы « ____ » _____ 20 ____ г.

3. Исходные данные к работе _____

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) _____

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. _____

Задание выдано _____

Руководитель _____

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

I. Расчет естественного освещения

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение.

При проектировании новых помещений, при реконструкции старых, при проектировании естественного освещения помещений судна и других объектов необходимо определить площадь световых проемов, обеспечивающих нормированное значение КЕО в соответствии с требованиями КМК 2.01.05-98 РУЗ «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования».

Расчет заключается в предварительном определении площади световых проемов при боковом и верхнем освещении по следующим формулам:

При боковом освещении

$$100 \frac{S_o}{S_n} = \frac{e_n \cdot K_z \cdot \eta_o}{\tau_o \cdot r_1} \cdot K_{зд} \quad (1.1)$$

При верхнем освещении

$$100 \frac{S_o}{S_n} = \frac{e_n \cdot K_z \cdot \eta_\phi}{\tau_o \cdot r_2 \cdot K_\phi}, \quad (1.2)$$

где S_o - площадь световых проемов при боковом освещении, м²;

S_n - площадь пола помещения, м²;

e_n – нормируемое значение КЕО (коэффициента естественного освещения), принимают по табл. КМК 2.01.05-98 РУЗ.

K_z – коэффициент запаса, коэффициент запаса учитывает снижение освещенности. Он равен: 1,5 – при запыленности помещения менее 5 мг/м³; 1,8 – при запыленности помещения темной пылью от 5 до 10 мг/м³; 2,0 – при запыленности помещения более 10 мг/м³.

η_o - световая характеристика окон, принимают по таблице 1.1;

τ_o - общий коэффициент светопропускания определяют по формуле:

$$\tau_o = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (1.3)$$

где τ_1 - коэффициент светопропускания материала, принимают по табл. 1.2;

τ_2 - коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема, принимают по табл. 1.2;

τ_3 - коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, при боковом освещении равен 1, при верхнем освещении принимают по табл.1.3;

τ_4 - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, принимают по табл. 1.3;

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

r_1 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении, благодаря свету, отраженному от поверхности помещения и подстилающего слоя, примыкающего к зданию, принимают по табл.1.4;

r_2 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении, благодаря свету, отраженному от поверхности помещения, принимают по табл. 1.5 ;

S_{ϕ} -площадь световых проемов (в свету) при верхнем освещении, м²;

η_{ϕ} -световая характеристика фонаря или светового проема в плоскости покрытия, принимают по табл. 1.6;

K_{ϕ} - коэффициент, учитывающий тип фонаря, принимают равным 0,7.

По формулам 1.1 и 1.2 производят расчет необходимой площади световых проемов для проектируемого помещения.

Таблица 1.1

Значения световой характеристики η_o окон при боковом освещении

| Отношение длины помещения к его глубине | Значения световой характеристики η_o при отношении глубины помещения к его высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна | | | | | | | |
|---|---|------|-----|------|-----|----|------|------|
| | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7,5 | 10 |
| 4 и более | 6 | 7 | 7,5 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12,5 |
| 3 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9,6 | 10 | 11 | 12,5 | 14 |
| 2 | 8,5 | 9 | 9,5 | 10,5 | 1,5 | 3 | 15 | 17 |
| 1,5 | 9,5 | 10,5 | 13 | 15 | 7 | 9 | 21 | 23 |
| 1 | 11 | 15 | 16 | 18 | 1 | 3 | 26,5 | 29 |
| 0,5 | 18 | 23 | 31 | 37 | 5 | 4 | 66 | - |

Таблица 1.2

Значения коэффициентов τ_1 и τ_2

| Вид светопропускающего материала | Значения τ_1 | Вид переплета | Значения τ_2 |
|---|-------------------|--|-------------------|
| Стекло оконное листовое: | | Переплеты для окон и фонарей промышленных зданий: | |
| одинарное | 0,9 | | |
| двойное | 0,8 | деревянные: | |
| тройное | 0,75 | одинарные | 0,75 |
| Стекло витринное толщиной 6—8 мм | 0,8 | спаренные | 0,7 |
| Стекло листовое армированное | 0,6 | двойные раздельные | 0,6 |
| Стекло листовое узорчатое | 0,65 | стальные: | |
| Стекло листовое со специальными свойствами: | | одинарные открывающиеся | 0,75 |
| солнцезащитное | 0,65 | одинарные глухие | 0,9 |
| контрастное | 0,75 | двойные открывающиеся | 0,6 |
| Органическое стекло: | | двойные глухие | 0,8 |
| прозрачное | 0,9 | Переплеты для окон жилых, общественных и вспомогательных зданий: | |
| молочное | 0,6 | | |
| Пустотелые стеклянные блоки: | | деревянные: | |
| светорассеивающие | 0,5 | одинарные | 0,8 |
| светопрозрачные | 0,55 | спаренные | 0,75 |
| Стеклопакеты | 0,8 | двойные раздельные | 0,65 |
| | | с тройным остеклением | 0,5 |
| | | металлические: | |
| | | одинарные | 0,9 |
| | | спаренные | 0,85 |
| | | двойные раздельные | 0,8 |
| | | с тройным остеклением | 0,7 |
| | | Стекложелезобетонные панели с пустотелыми стеклянными блоками при толщине шва: | |
| | | 20 мм и менее | 0,9 |
| | | более 20 мм | 0,85 |

Таблица 1.3

Значения коэффициентов τ_3 и τ_4

| Несущие конструкции покрытий | Коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, τ_3 | Солнцезащитные устройства, изделия и материалы | Коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, τ_4 |
|---|--|--|--|
| Стальные фермы | 0,9 | Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы (межстекольные, внутренние, наружные) | 1,0 |
| Железобетонные и деревянные фермы и арки | 0,8 | Стационарные жалюзи и экраны с защитным углом не более 45° при расположении пластин жалюзи или экранов под углом 90° к плоскости окна: | |
| | | горизонтальные | 0,65 |
| | | вертикальные | 0,75 |
| Балки и рамы сплошные при высоте сечения: | | Горизонтальные козырьки: | |
| | | с защитным углом не более 30° | 0,8 |
| 50 см и более | 0,8 | с защитным углом от 15° до 45° | 0,9-0,6 |
| менее 50 см | 0,9 | (многоступенчатые) | |
| | | Балконы глубиной: | |
| | | до 1,20 м | 0,90 |
| | | 1,50 м | 0,85 |
| | | 2,00 м | 0,78 |
| | | 3,00 м | 0,62 |
| | | Лоджии глубиной: | |
| | | до 1,20 м | 0,80 |
| | | 1,50 м | 0,70 |
| | | 2,00 м | 0,55 |
| | | 3,00 м | 0,22 |

Таблица 1.4

Значения коэффициента r_1

| Отношение глубины помещения В | Отношение расстояния l расчетной | Значение r_1 при боковом одностороннем освещении |
|-------------------------------|------------------------------------|---|
| | | Средневзвешенный коэффициент отражения $\rho_{\text{ср}}$ потолка, стен, пола |

| к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна, <i>h</i> | точки от наружной стены к глубине помещения В | 0,5 | | | 0,4 | | | 0,3 | | |
|---|--|--|------|--------------|------|------|--------------|------|------|--------------|
| | | Отношение длины помещения <i>l_n</i> к его глубине В | | | | | | | | |
| | | 0,5 | 1 | 2 и более | 0,5 | 1 | 2 и более | 0,5 | 1 | 2 и более |
| От 1 до 1,5 | 0,1 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1 | 1,05 | 1 | 1 |
| | 0,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,15 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,1 |
| | 1 | 2,1 | 1,9 | 1,5 | 1,8 | 1,6 | 1,3 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |
| Более 1,5 до 2,5 | 0,1 | 1,055 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1 | 1 |
| | 0,3 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,15 | 1,1 | 1,15 | 1,1 | 1,05 |
| | 0,5 | 1,85 | 1,6 | 1,3 | 1,5 | 1,35 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 1,1 |
| | 0,7 | 2,25 | 2, | 1,7 | 1,7 | 1,6 | 1,3 | 1,55 | 1,35 | 1,2 |
| | 1 | 3,8 | 3,3 | 2,4 | 2,8 | 2,4 | 1,8 | 2 | 2,8 | 1,5 |
| Более 2,5 до 3,5 | 0,1 | 1,1 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 0,2 | 1,15 | 1,1 | 1,05 | 1,1 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 |
| | 0,3 | 1,2 | 1,15 | 1,1 | 1,15 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,05 |
| | 0,4 | 1,35 | 1,25 | 1,2 | 1,2 | 1,15 | 1,1 | 1,15 | 1,1 | 1,1 |
| | 0,5 | 1,6 | 1,45 | 1,3 | 1,35 | 1,25 | 1,2 | 1,25 | 1,15 | 1,1 |
| | 0,6 | 2 | 1,75 | 1,45 | 1,6 | 1,45 | 1,3 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |
| | 0,7 | 2,6 | 2,2 | 1,7 | 1,9 | 1,7 | 1,4 | 1,6 | 1,5 | 1,3 |
| | 0,8 | 3,6 | 3,1 | 2,4 | 2,4 | 2,2 | 1,55 | 1,9 | 1,7 | 1,4 |
| | 0,9 | 5,3 | 4,2 | 3 | 2,9 | 2,45 | 1,9 | 2,2 | 1,85 | 1,5 |
| | 1 | 7,2 | 5,4 | 4,3 | 3,6 | 3,1 | 2,4 | 2,6 | 2,2 | 1,7 |
| Более 3,5 | 0,1 | 1,2 | 1,15 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,1 |
| | 0,2 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,15 | 1,1 | 1,1 | 1,05 | 1,05 |
| | 0,3 | 1,75 | 1,5 | 1,3 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,25 | 1,2 | 1,1 |

| | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0,4 | 2,4 | 2,1 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Продолжение таблицы 1.4

| | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0,5 | 3,4 | 2,9 | 2,5 | 2 | 1,8 | 1,5 | 1,7 | 1,5 | 1,3 |
| | 0,6 | 4,6 | 3,8 | 3,1 | 2,4 | 2,1 | 1,8 | 2 | 1,8 | 1,5 |
| | 0,7 | 6 | 4,7 | 3,7 | 2,9 | 2,6 | 2,1 | 2,3 | 2 | 1,7 |

Таблица 1.5

Значения коэффициента r_2

| Отношение высоты помещения, принимаемой от условной рабочей поверхности до нижней грани остекления $H_{\text{ф}}$, к ширине пролета l_1 | Значение коэффициента γ_2 | | | | | | | | |
|--|---|------|--------------|--------------------------|------|--------------|--------------------------|-----|--------------|
| | Средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и потолка | | | | | | | | |
| | $\rho_{\text{ср}} = 0,5$ | | | $\rho_{\text{ср}} = 0,4$ | | | $\rho_{\text{ср}} = 0,3$ | | |
| | Количество пролетов | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 и более | 1 | 2 | 3 и более | 1 | 2 | 3 и более |
| 2 | 1,7 | 1,5 | 1,15 | 1,6 | 1,4 | 1,1 | 1,4 | 1,1 | 1,05 |
| 1 | 1,5 | 1,4 | 1,15 | 1,4 | 1,3 | 1,1 | 1,3 | 1,1 | 1,05 |
| 0,75 | 1,45 | 1,35 | 1,15 | 1,35 | 1,25 | 1,1 | 1,25 | 1,1 | 1,05 |
| 0,5 | 1,4 | 1,3 | 1,15 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,05 |
| 0,25 | 1,35 | 1,25 | 1,15 | 1,25 | 1,15 | 1,1 | 1,15 | 1,1 | 1,05 |

Таблица 1.6

Значения световой характеристики η_f фонаря или светового проема в плоскости покрытия

| Тип фонаря | Количество пролетов | Значение световой характеристики фонарей | | | | | | | | |
|------------|---------------------|--|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|
| | | Отношение длины помещения l_n к ширине пролета l_1 | | | | | | | | |
| | | от 1 до 2 | | | от 2 до 4 | | | более 4 | | |
| | | Отношение высоты помещения H к ширине пролета l_1 | | | | | | | | |
| | | от 0,2 до 0,4 | от 0,4 до 0,7 | от 0,7 до 1 | от 0,2 до 0,4 | от 0,4 до 0,7 | от 0,7 до 1 | от 0,2 до 0,4 | от 0,4 до 0,7 | от 0,7 до 1 |

Продолжение таблицы 1.6

| | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|-----|
| С вертикальным двусторонним остеклением (прямоугольным, М-образные) | один | 5,8 | 9,4 | 16 | 4,6 | 6,8 | 10,5 | 4,4 | 6,4 | 9,1 |
| | два | 5,2 | 7,5 | 12,6 | 4 | 5,1 | 7,8 | 3,7 | 6,4 | 6,5 |
| | три и более | 4,8 | 6,7 | 11 | 3,8 | 4,5 | 6,9 | 3,4 | 4 | 5,6 |
| С наклонным двусторонним остеклением | один | 3,5 | 5,2 | 6,2 | 2,8 | 3,8 | 4,7 | 2,7 | 3,6 | 4,1 |
| | два | 3,2 | 4,4 | 5,3 | 2,5 | 3 | 4,1 | 2,3 | 2,7 | 3,4 |
| | три и более | 3 | 4 | 4,7 | 2,35 | 2,7 | 3,7 | 2,1 | 2,4 | 3 |
| С вертикальным односторонним остеклением (шед) | один | 6,4 | 10,5 | 15,2 | 5,1 | 7,6 | 10 | 4,9 | 7,1 | 8,5 |
| | два | 6,1 | 8 | 11 | 4,7 | 5,5 | 6,6 | 4,35 | 5 | 5,5 |
| | три и более | 5 | 6,5 | 8,2 | 4 | 4,3 | 5 | 3 | 3,8 | 4,1 |
| С наклонным односторонним остеклением (шед) | один | 3,8 | 4,55 | 6,8 | 2,9 | 3,4 | 4,5 | 2,5 | 3,2 | 3,9 |
| | два | 3 | 4,3 | 5,7 | 2,3 | 2,9 | 3,5 | 2,15 | 2,65 | 2,9 |
| | три и более | 2,7 | 3,7 | 5,1 | 2,2 | 2,5 | 3,1 | 2 | 2,25 | 2,5 |

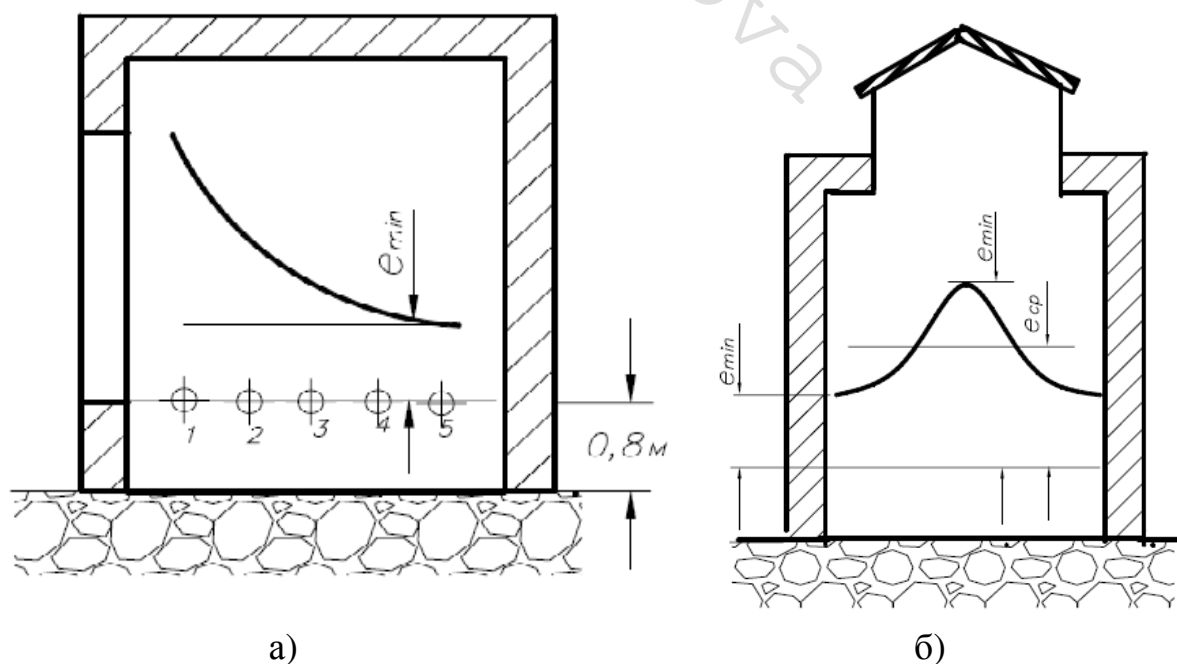


Рис.1.1 Схема распределения КЕО по разрезу помещения:
а – одностороннее боковое освещение
б – верхнее освещение.

2. Расчет искусственного освещения

Основной задачей расчета искусственного освещения является определение числа светильников или мощности ламп для обеспечения нормированного значения освещенности.

Для расчета искусственного освещения используют один из трех методов: по коэффициенту использования светового потока, точечный и метод удельной мощности.

При расчете общего равномерного освещения основным является метод использования светового потока, создаваемого источником света, и с учетом отражения от стен, потолка, пола.

Расчет освещения начинают с выбора типа светильника, который принимается в зависимости от условий среды и класса помещений по взрывопожароопасности (таблица 2.1).

При использовании в качестве источника света ламп ДРЛ расчет освещения производится по формуле (2.1), предварительно задавшись количеством принятых светильников при условии их равномерного распространения. В этом случае определяется световой поток лампы, по которому определяют мощность лампы (табл. 2.3).

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot S \cdot k \cdot z}{N \cdot \eta \cdot n}, \quad (2.1)$$

где $\Phi_{\text{л}}$ – световой поток лампы, лм;

$E_{\text{н}}$ – нормированная освещенность, лк;

η – коэффициент использования светового потока;

S – освещаемая поверхность, м²;

k – коэффициент запаса, (таблица 2.2);

N – количество принятых светильников;

z – коэффициент минимальной освещенности для ламп накаливания и ДРЛ $z=1,15$, для люминесцентных ламп $z=1,1$;

n – число ламп в светильнике.

По этой формуле можно рассчитать и обратную задачу. Дается мощность лампы и по таблице 2.3 находится её световой поток. Определить необходимое количество светильников и после этого их равномерно расположить по освещаемой площади [6].

При использовании светильников с люминесцентными лампами и при расположении их в виде световой линии световой поток лампы определяется по формуле 2.2.

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot S \cdot k \cdot z}{N_{\text{р}} \cdot \eta \cdot n_1 \cdot n_2}, \quad (2.2)$$

где n_1 - количество светильников в ряду;

n_2 - число ламп в светильнике;

$N_{\text{р}}$ - количество рядов.

Нормированную освещенность ($E_{\text{н}}$) принимают по КМК 2.01.05-98 РУз «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования» в соответствии с принятой системой освещения и условиями зрительной работы.

Количество светильников или рядов определяют методом распределения по площади (развешивания) для достижения равномерной освещенности. Основным параметром для развешивания светильников является отношение высоты подвески ($H_{\text{р}}$) к расстоянию между светильниками или рядами (L), при котором создается равномерное освещение.

Отношение $H_{\text{р}}/L$ принимается в пределах $1.4 \div 2$.

Коэффициенты использования светового потока для принятого типа светильника определяют по индексу помещения i (таблица 2.4) и коэффициентам отражения потолка ($\rho_{\text{п}}$), стен ($\rho_{\text{с}}$), и пола ($\rho_{\text{р}}$) по таблицам 2.5, 2.6.

Индекс помещения

$$i = \frac{A \cdot B}{H_{\text{р}} \cdot (A + B)} \quad (2.3)$$

где A и B – соответственно длина и ширина помещения, м;

$H_{\text{р}}$ - высота подвеса светильников, м.

Определив световой поток лампы светильника, подбирают ближайшую стандартную лампу.

Таблица 2.1.

Номенклатура и технические характеристики стационарных взрывозащищенных светильников общего освещения

| Светильник | | | Источник света | | Светотехнические характеристики | | | | Размеры: диаметр, высота, мм | Масса, кг |
|----------------|----------------------------|----------------------|----------------|--------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------------|-----------|
| Тип | Маркировка по взрывозащите | Уровень взрывозащиты | Тип | Мощность, Вт | Отража- тель- ность + нет - | Тип кри- вой сил света | К.П. Д. общий (в ниж- нюю полу сферу) | Защит- ный угол, град. | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| РСП-1-80-011У1 | 1 ExedIICT 4 | В | ДРЛ | 80 | + | Г | 50 (50) | 10 | 400 ´ 450 | 11 |
| РСП31-80-012У1 | То же | В | -"- | 80 | - | Д | 70 (40) | 90 | 250 ´ 430 | 9 |
| РСП 25-80-001 | 1ExedIIВТ4 | В | -"- | 80 | + | Д | 60 (60) | 15 | 476 ´ 490 | 14,5 |
| РСП25-80-001 | То же | В | -"- | 80 | - | М | 80 (50) | 90 | 280 ´ 490 | |
| РСП25-250-001 | То же | В | -"- | 250 | - | М | 80 (50) | 90 | 280 ´ 530 | |
| РСП25-80-002 | 2ExedIICT4 | ПН | ДРЛ | 80 | + | Д | 60 (60) | 15 | 476 ´ 490 | 14,5 |
| РСП25-125-002 | То же | ПН | -"- | 125 | + | Д | 60 (60) | 15 | 476 ´ 430 | 14,5 |
| РСП25-250-002 | То же | ПН | ДРЛ | 250 | + | Д | 60 (60) | 15 | 516 ´ 530 | 15,5 |

* Уровни взрывозащиты светильников:

В - взрывобезопасный,

ПН - повышенной надежности против взрыва.

Таблица 2.2

Коэффициент запаса (k_3)

| Освещаемые объекты | Светильники | |
|---|---------------------------|-----------------------|
| | С газо-разрядными лампами | С лампами накаливания |
| 1.Производственные помещения с воздушной средой, содержащие 10мг/м ³ и более пыли, дыма, копоти: | | |
| При темной пыли | 2 | 1,7 |
| При светлой пыли | 1,8 | 1,5 |
| 2. Производственные помещения с воздушной средой, содержащей от 5 до 10 мг/м ³ пыли, дыма, копоти: | | |
| При темной пыли | 1,8 | 1,5 |
| При светлой пыли | 1,6 | 1,4 |
| 3. Производственные помещения с воздушной средой, содержащей не более 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти. Вспомогательные помещения с нормальной воздушной средой | 1,5 | 1,3 |
| 4.Территории промышленных предприятий | 1,5 | 1,3 |
| 5.Помещения общественных зданий | 1,5 | 1,3 |

Таблица 2.3

Световые и электрические параметры люминесцентных ламп (ГОСТ 6825-84) и ртутных ламп высокого давления (ГОСТ 16534-80)

| Люминесцентные лампы | | Лампы ДРЛ | |
|----------------------|--------------------|-----------|--------------------|
| Тип лампы | Световой поток, лм | Тип лампы | Световой поток, лм |
| ЛБ 20 | 1180 | ДРЛ 80 | 3200 |
| ЛТБ 20 | 975 | ДРЛ 125 | 5600 |
| ЛХБ 20 | 950 | ДРЛ 250 | 11000 |
| ЛД 20 | 920 | ДРЛ 400 | 19000 |
| ЛДЦ 40 | 2100 | ДРЛ 700 | 35000 |
| ЛД 40 | 2340 | ДРЛ 1000 | 50000 |

Продолжение таблицы 2.3

| | | | |
|--------|------|-------------------|-----------------------|
| ЛхБ 40 | 3000 | Лампы накаливания | |
| ЛТБ 40 | 3000 | | |
| ЛБ 40 | 3120 | Тип лампы | Световой поток, лм |
| ЛДЦ 65 | 3050 | В 215-225-25 | 220 |
| ЛД 65 | 3570 | Б 215-225-40 | 415 |
| ЛхБ 65 | 3820 | Б 215-225-60 | 715 |
| ЛТБ 65 | 3980 | Б 215-225-75 | 950 |
| ЛБ 65 | 4650 | Б 215-225-100 | 1350 |
| ЛДЦ 80 | 3740 | Б 215-225-150 | 2100 |
| ЛД 80 | 4070 | Б 215-225-200 | 2920 |
| ЛХБ 80 | 4440 | Г 215-225-300 | 4610 |
| ЛТБ 80 | 4440 | Г 215-225-500 | 8300 |
| ЛБ 80 | 5220 | | |

Примечание: 1) В обозначении люминесцентных ламп:

- ЛДЦ – лампы дневного света улучшенной светопередачи;
- ЛД - лампы дневного света;
- ЛХБ – лампы холодно-белого света;
- ЛТБ – лампы тепло-белого света;
- ЛБ - лампы белого света.

В типах ламп цифры указывают мощность лампы, Вт.

Таблица 2.4

| Индекс помещения, i | Значение коэффициента использования светового потока для ламп, % | | | | |
|---------------------|--|-----|----|-----|------|
| | ЛЦ | ГЛ | ОД | ЛН | ОДОР |
| 0,5 | 18 | 65 | 25 | 30 | 20 |
| 0,8 | 31 | 70 | 36 | 56 | 31 |
| 1,0 | 36 | 75 | 42 | 66 | 35 |
| 1,5 | 43 | 82 | 52 | 72 | 43 |
| 2,0 | 48 | 140 | 57 | 99 | 48 |
| 2,5 | 51 | 160 | 60 | 75 | 51 |
| 3,0 | 53 | 180 | 63 | 119 | 53 |

Таблица 2.5

Ориентировочные значения коэффициентов отражения потолка ($\rho_{\text{п}}$)
и стен ($\rho_{\text{ст}}$) производственных помещений

| Состояние потолка | $\rho_{\text{п}}, \%$ | Состояние стен | $\rho_{\text{ст}}, \%$ |
|------------------------------------|-----------------------|---|------------------------|
| Свежепобеленный | 70 | Свежепобеленные с окнами, закрытыми белыми шторами | 70 |
| Побеленные в серых помещениях | 50 | Свежепобеленные с окнами без штор | 50 |
| Чистый бетонный | 50 | Бетонные с окнами | 30 |
| Светлый деревянный (окрашенный) | 50 | Оклеенные светлыми обоями | 30 |
| Бетонный грязный | 30 | Грязные | 10 |
| Деревянный неокрашенный | 30 | Кирпичные неоштукатуренные | 10 |
| Грязный | 10 | С темными обоями | 10 |

Таблица 2.6

Коэффициент отражения некоторых материалов (ρ)

| Наименование материала | $\rho, \%$ |
|--------------------------------|------------|
| Стекло прозрачное бесцветное | 8 |
| Стекло матовое | 14 |
| Стекло молочное | 50 |
| Зеркало стеклянное, серебряное | 36 |
| Алюминий оксидированный | 82 |
| Серебро | 92 |
| Золото | 82 |
| Хром | 65 |
| Никель | 62 |
| Сталь | 55 |
| Медь | 48 |
| Бумага писчая | 70 |
| Бумага светотехническая | 31-40 |
| Калька | 48 |
| Эмаль белая | 70 |
| Белая клеевая краска | 70 |
| Алюминиевая краска | 53 |
| Чугун, железо (необработанная) | 15 |
| Светлые породы дерева | 40 |
| Темные породы дерева | 10 |
| Мел, гипс, известь | 85 |

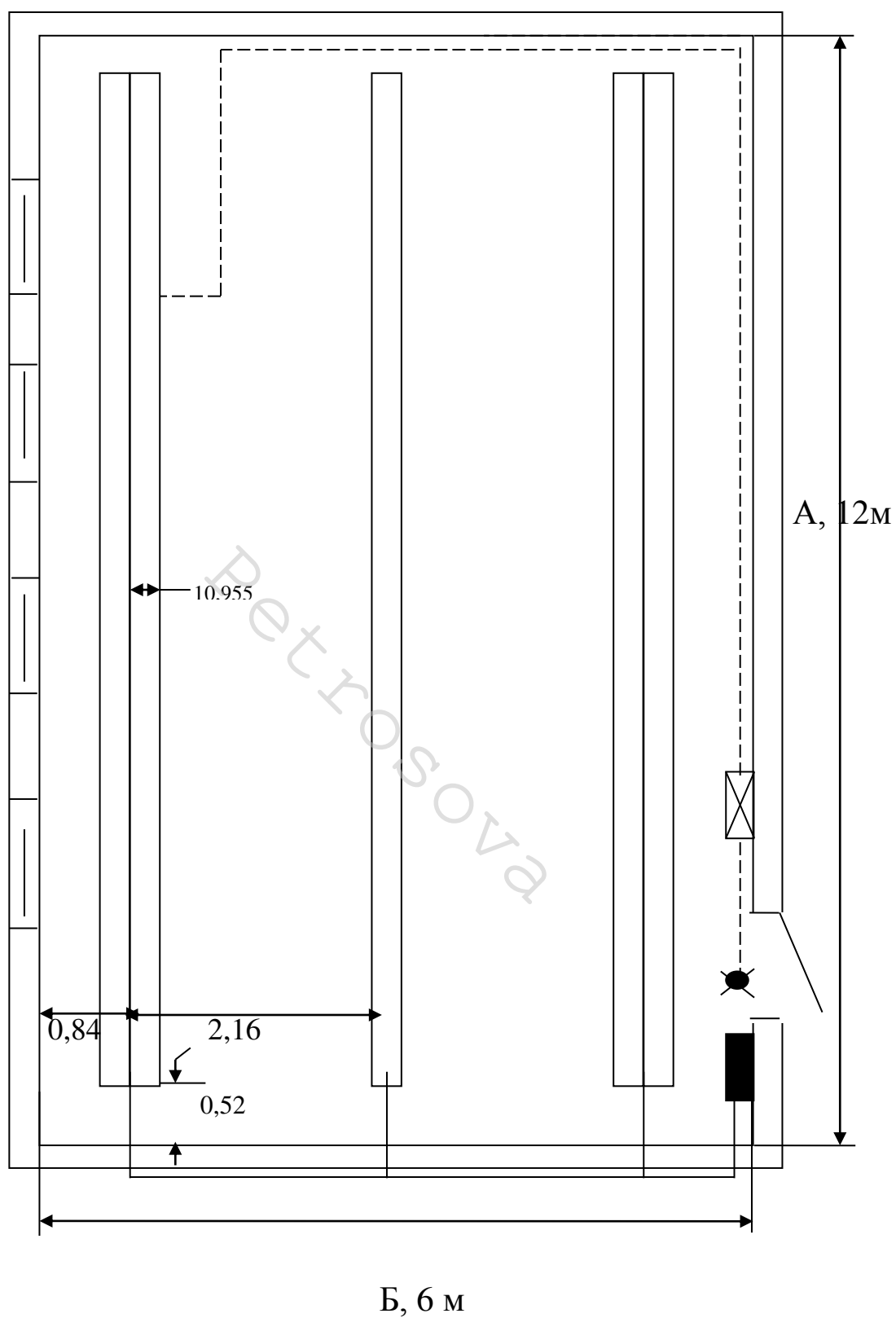


Рис. 2.1 Расчетно - конструктивное решение по размещению светильников с люминесцентными лампами

Пример расчета

Описание помещения пользователей станков

Характеристики помещения:

- длина 10 м;
- ширина 3,5 м;
- высота 4,5 м;

интерьер: белый потолок, стены покрашены светло-желтой краской, пол покрыт линолеумом светло-коричневого цвета.

Расчет освещения начинают с выбора типа светильника, который принимается в зависимости от условий среды и класса помещений по взрывопожароопасности. Выбираем тип светильника - ЛСП 02, количество ламп $n_2=2$.

Нормированную освещенность (E_n) принимают по КМК 2.01.05-98 РУз. Естественное, искусственное освещение, в соответствии с принятой системой освещения и условиями зрительной работы и принимается по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 - 400 лк.

- коэффициент использования светового потока $\eta=0,63$.
- коэффициент запаса (k) - 1,5.
- коэффициент минимальной освещенности (z) для люминесцентных ламп равен 1,1.

Вычисляется освещаемая поверхность $S=10*3,5*4,5= 157,5$;

В соответствии с ГОСТ 6825-84 выбирается тип лампы - ЛБ мощностью 80 ватт, световой поток $\Phi_{\text{л}} = 5220$ лм.

Расчет количества светильников производится по формуле (2.2)

$$N = \frac{400 * 157,5 * 1,5 * 1,1}{5220 * 0,63 * 2} = 15$$

Т.к. в качестве светильников были выбраны ЛСП-02, то для того, чтобы обеспечить освещенность 400 лк необходимо взять 15 светильников по 2 лампы типа ЛБ80

$$\text{Индекс помещения по формуле (2,3) } i = \frac{10 * 3,5}{4,5 * 13,5} = 0,57$$

Для достижения равномерной освещенности помещения ряды светильников размещаются на расстоянии друг от друга в соответствии с критерием:

$$L = \frac{H_p}{2} = \frac{4,5}{2} = 2,25 \text{ м}$$

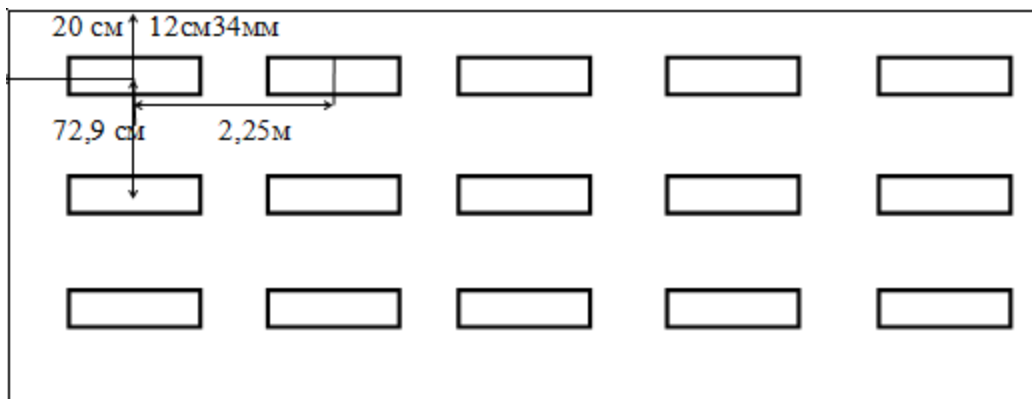


Рис. 2.2 Схема расположения ЛСП 02

Таблица 2.7

Варианты заданий по теме
«Расчет общего производственного освещения»

| Вариант | Производственное помещение | Габаритные размеры помещения | | | Наименьший размер объекта различения | Контраст объекта различения с фоном | Характеристика фона | Характеристика помещения по условиям среды |
|---------|---|------------------------------|--------|--------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--|
| | | длина | ширина | высота | | | | |
| 1 | Дисплейный зал | 35 | 20 | 5 | 0,35 | Малый | Средний | Небольшая запыленность |
| 2 | Аналитическая лаборатория | 20 | 10 | 5 | 0,48 | Средний | Средний | Небольшая запыленность |
| 3 | Оптическое производство; участок подготовки шихты | 36 | 12 | 5 | 0,49 | Большой | Средний | Большая запыленность |
| 4 | Участок полировальных станков | 50 | 24 | 6 | 0,38 | Средний | Светлый | Небольшая запыленность, высокая влажность |
| 5 | Механический цех, металлорезающие станки | 90 | 24 | 6 | 0,28 | Средний | Светлый | Небольшая запыленность |

Продолжение таблицы 2.7

| | | | | | | | | |
|---|---|----|----|---|------|---------|---------|------------------------|
| 6 | Инструментальный цех | 60 | 18 | 5 | 0,18 | Средний | Светлый | Небольшая запыленность |
| 7 | Участок сборки | 50 | 18 | 6 | 0,25 | Большой | Светлый | Небольшая запыленность |
| 8 | Участок сварки | 40 | 12 | 7 | 0,4 | Средний | Светлый | Средняя запыленность |
| 9 | Участок контрольно-измерительных приборов | 24 | 12 | 5 | 0,46 | Средний | Светлый | Небольшая запыленность |

3. Расчет систем вентиляции

Задачей вентиляции является обеспечение чистоты воздуха и заданных параметров метеорологических условий в производственных помещениях путём удаления загрязнённого или нагретого воздуха из помещения и подачи в него свежего воздуха.

Классификация вентиляционных систем:

1. По способу перемещения воздуха вентиляция бывает естественной и механической. Возможно также сочетание естественной и механической вентиляции (смешанная вентиляция) в различных вариантах.

2. По назначению в зависимости от того, для чего служит система вентиляции, - для подачи – приточная, для удаления – вытяжная, для того и другого одновременно, приточно-вытяжная.

3. По месту действия вентиляция бывает общеобменной и местной.

На производстве часто устраивают комбинированные системы вентиляции (общеобменную с местной, общеобменную с аварийной и т.д.).

Основные требования к устройству вентиляции

Для успешной работы системы вентиляции важно, чтобы ещё в стадии проектирования были выполнены следующие санитарно-гигиенические и технические требования.

1. Объём притока воздуха в помещение $V_{\text{пр}}$ должен соответствовать объёму вытяжки $V_{\text{выт}}$; разница между этими объёмами не должна превышать 10-15%.

В ряде случаев необходимо так организовывать воздухообмен, чтобы один из них обязательно был больше другого. Например, при проектировании вентиляции двух смежных помещений, в одном из которых выделяются вредные вещества, объём вытяжки из этого помещения делается больше объёма притока, т.е. $V_{\text{выт}} > V_{\text{пр}}$, в результате чего в этом помещении создаётся небольшое раздражение и безвредный воздух из помещения 2 с небольшим избыточным давлением ΔP будет подсасываться в помещение 1, не давая возможности вредным веществам попадать в помещение 2.

Возможны и такие случаи организации воздухообмена, когда во всём помещении поддерживается избыточное, по отношению к атмосферному, давление. Например, в цехах электровакуумного производства, для которого особенно важно отсутствие пыли, проникающей через различные не плотности и ограждения, объём притока воздуха делается больше объёма вытяжки, за счёт того и создаётся некоторый избыток давления ($P_{\text{пом}} > P_{\text{атм}}$).

2. Свежий воздух необходимо подавать в те части помещения, где количество вредных выделений минимально (или нет их вообще), а удалять, где выделения максимальны.

Принцип устройства и расчёт естественной вентиляции

В вентиляции с естественным побуждением воздухообмен происходит вследствие разного объёмного веса воздуха внутри и вне помещения или воздействия ветра, т.е. за счёт теплового или ветрового напора.

Естественная вентиляция может быть:

а) неорганизованной, осуществляемой через не плотности в строительных конструкциях;

б) организованной (канальной или бесканальной).

Неорганизованная, или нерегулируемая, естественная вентиляция помещений осуществляется за счёт неплотности конструкций (притворы окон, дверей), а также через поры стен и перегородок.

В организованной естественной вентиляции удаление загрязнённого воздуха из помещения и подача свежего может осуществляться через специальные проёмы, сделанные в стенах и фонарях или по специальным воздуховодам.

В первом случае её называют бесканальной (аэрация), а во втором – канальной (дефлекторами).

При аэрации естественный обмен воздуха в зданиях осуществляется за счёт теплового напора. Рассмотрим, как он образуется. Изобразим разрез производственного помещения, имеющего нижние и верхние проёмы (рис.3.1).

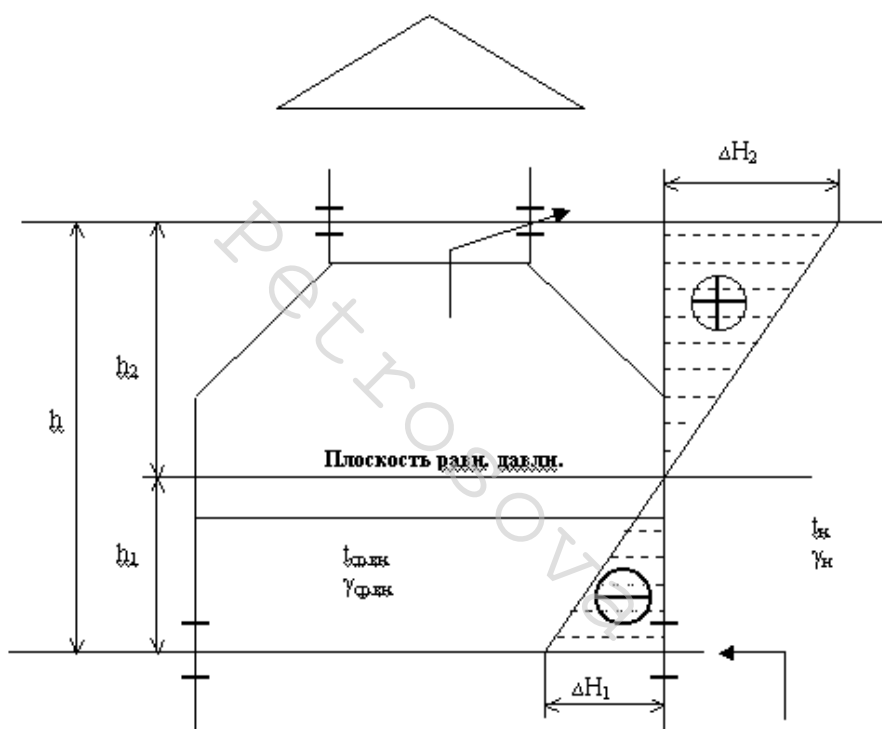


Рис. 3.1 Естественный обмен воздуха в зданиях

Температура воздуха внутри цеха ($t_{\text{ср. вн}}$) вследствие выделения избытков явной теплоты бывает, как правило, выше температуры наружного воздуха $t_{\text{н}}$. Следовательно, объёмный вес наружного воздуха больше объёмного веса воздуха внутри цеха. Это обуславливает наличие разности давлений наружного и внутреннего воздуха.

Известно,

$$\gamma_{\text{выручки}} = 0.465 \frac{P_6}{T} \quad , \quad (3.1)$$

где P_6 – барометрическое давление в мм. рт. ст.

T – абсолютная температура воздуха ОК

На определённой высоте помещения, примерно на середине высоты здания цеха, находится плоскость равных давлений.

Здесь давления воздуха внутри и снаружи помещения равны.

Ниже плоскости равных давлений существует разрежение, обуславливающее поступление наружного воздуха:

$$\Delta H_1 = h_1 (\gamma_n - \gamma_{\text{ср. вн.}}), \quad (3.2)$$

где $\gamma_{\text{ср. вн.}}$ – средний объёмный вес воздуха в помещении, кг/м^3 , соответствующий средней температуре воздуха в помещении:

$$t_{\text{ср. вн.}} = (t_{\text{р. з}} + t_{\text{выт}})/2 \quad (3.3)$$

h_1 – расстояние от середины нижних отверстий до плоскости равных давлений, м

Выше плоскости равных давлений существует избыточное давление, которое на уровне центра верхних отверстий составляет

$$\Delta H_2 = h_2 (\gamma_n - \gamma_{\text{ср. вн.}}), \quad (3.4)$$

где

h_2 – расстояние от плоскости равных давлений до центра верхних отверстий, м.

Это давление направлено наружу цеха, вызывает вытяжку. Общая величина гравитационного давления, под влиянием которого происходит воздухообмен в помещении, равна сумме давлений на уровне нижних и верхних проёмов.

$$H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = h (\gamma_n - \gamma_{\text{ср. вн.}}) \quad (3.5)$$

Величина H – сумма давлений на уровне нижних и верхних проёмов называется тепловым напором. Он зависит от расстояния между нижними и верхними проёмами и разности объёмного веса воздуха снаружи и внутри здания.

Скорость движения воздуха – V_v , например, в верхнем проёме рассчитывается по формуле:

$$V_v = \sqrt{\frac{2g\Delta H_2}{\gamma_{\text{ср. вн.}}}}, \text{ м/сек} \quad (3.6)$$

где g – ускорение земного притяжения, м/сек²;

ΔH_2 – разность давлений внутри здания и вне его, кг с/м²

Объём воздуха, проходящего через верхний проём, определяется по формуле:

$$L_b = F \times V_b \times \mu \times 3600 \text{ м}^3/\text{час} \quad , \quad (3.7)$$

где F – площадь проёма, м²;

μ - коэффициент расхода, зависящий от конструкции створок переплёта в проёме и угла открытия створки (0,3 + 0,8), для створных переплётов открытых на 90° - $\mu = 0,65$, на 30° - $\mu = 0,32$;

V – скорость движения воздуха, м/сек.

Приведённые формулы справедливы лишь для зданий, хорошо защищённых от ветра или для условий безветренной погоды.

Таблица 3.1.

Варианты заданий по теме

| №/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------------|-----|----|-----|----|-----|----|----|-----|-----|----|
| $T \text{ } ^\circ\text{C}$ | 22 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 40 | 30 | 32 |
| h_1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 2 | 3 | 5 | 5,5 | 5 | 6 |
| h_2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 3,5 | 4 | 6 | 7 | 6,5 | 8 |

3.1. Расчет воздухообмена в производственном помещении

Расчет количества приточного воздуха, необходимого для общеобменной вентиляции, выполняется из условия выделения в производственном помещении вредных веществ (например, окиси углерода CO) и избытков явного тепла.

Приведенный ниже расчет воздухообмена выполнен в соответствии со КМК 2.01.04.05-97 РУз. “Промышленная вентиляция, кондиционирование и отопление” для теплого периода года, как наиболее тяжелого режима работы системы механической вентиляции [7,8].

Расчет воздухообмена из условия выделения вредных веществ:

$$L_v = \frac{G_{vp}}{q_{пдк} - q_{п}}, \quad (3.8)$$

где L_v - количество приточного или удаляемого воздуха в зависимости от принятой схемы механической вентиляции, $м^3/с$,

G_{vp} - количество вредных веществ, выделяемых в производственном помещении, $мг/с$,

$q_{пдк}$ - предельно допустимая концентрация вредных веществ в помещении, $мг/м^3$. Определяется из ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны".

$q_{п}$ - концентрация вредных веществ в наружном воздухе, подаваемом в помещение, $мг/м^3$:

$$q_n = 0,3 \cdot q_{пдк} \quad (3.9)$$

При одновременном выделении в воздух рабочей зоны нескольких вредных веществ расчет ведут по тому вредному веществу, для которого требуется подача чистого воздуха в наибольшем количестве.

Так, например, в термических цехах при работе закалочных агрегатов, работающих на природном газе, воздух рабочей зоны загрязняется оксидом углерода (СО). Количество оксида углерода, поступающего в воздух рабочей зоны, определяется по формуле:

$$G_{co} = B \cdot \beta \cdot \frac{p}{100}, \quad \text{кг/ч} \quad (3.10)$$

где B - расход природного газа, $кг/ч$;

β - количество отходящих газов, образующихся при сжигании $1кг$ топлива, $кг/кг$ (для газовых печей $15 кг/кг$);

p - процентное содержание СО в отходящих газах (3-5%).

Расход природного газа определяется по формуле:

$$B = \alpha \cdot K_p \cdot \sqrt{N}, \quad \text{кг/ч} \quad (3.11)$$

где α - удельный расход топлива на $1кВт$ мощности, принимается равным $0.58кг/кВт \cdot ч$;

K_p - коэффициент режима работы печи с учетом разогрева и регулирования процессом горения, принимается равным от 1.2 до 1.5;

N - мощность печей, кВт .

Этапы расчёта механической вентиляции:

1. Выбрать или задаться необходимыми исходными данными:

а) размер помещения; б) вид выделяющейся вредности.

2. Определить нормативные значения по ГОСТ (требуемая температура, ПДК вредных веществ и т.д.).

3. Рассчитать количество выделяемых вредностей в помещении.

4. Определить необходимый воздухообмен для создания требуемых метеоусловий или чистоты воздуха рабочей зоны.

5. В случае нескольких вредностей дальнейший расчёт вести по большему воздухообмену.

6. Составить расчётную схему сети воздуховодов с учётом геометрических размеров вентилируемых помещений.

7. Рассчитать сопротивление сети воздуховодов H .

8. По воздухообмену L и сопротивлению сети H подобрать вентилятор.

Подобрать требуемые электродвигатели.

Расчет воздухообмена из условия выделения избыточного явного тепла

При выделении избыточного явного тепла в производственном помещении количество приточного (удаляемого) воздуха определяется из условия компенсации избытков этого тепла:

$$L_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{я}}}{C_{\text{в}} \cdot \rho_{\text{в}} \cdot (t_{\text{уд}} - t_{\text{н}})}, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (3.12)$$

Здесь $Q_{\text{я}}$ - избытки явного тепла в производственном помещении, Вт , есть разность между поступающим в помещение явным теплом и количеством уходящего из помещения тепла определяется из формулы:

$$Q_{\text{я}} = q \cdot V, \text{ Вт}, \quad (3.13)$$

где q - удельный избыток явного тепла, $\text{Вт}/\text{м}^3$.

В холодных цехах (механических, сборочных и др.) удельный избыток явного тепла составляет не менее $q=23 \text{ Вт}/\text{м}^3$. В горячих цехах (литейных, кузнечных, прокатных, термических, котельных и

др.) удельный избыток явного тепла в оценочных работах принимается равным $100 \div 200 \text{ Вт/м}^3$, в более точных расчетах величины $Q_{\text{я}}$ определяют с учетом тепла, выделяемого всеми энергетическими установками.

V - объем производственного помещения, м^3 ;

$C_{\text{в}}$ - массовая теплоемкость приточного воздуха, принимается $1000 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$;

$\rho_{\text{в}}$ - плотность приточного воздуха, принимается 1.2 кг/м^3 ;

$t_{\text{уд}}$ - температура удаляемого из помещения воздуха, определяется по формуле:

$$t_{\text{уд}} = t_{\text{норм}} + \Delta t \cdot (H - 2), C^0, \quad (3.14)$$

где $t_{\text{норм}}$ - нормируемая температура в помещении выбирается по ГОСТ 12.1.005-88 в зависимости от категории тяжести выполняемых работ для теплого периода года;

Δt - градиент температуры, принимается для непроизводственного помещения равным 0.5 град/м , для производственных помещений равным 1.5 град/м ;

H - расстояние от пола до центра вытяжных проемов, м ;

$t_{\text{н}}$ - температура приточного воздуха. Принимается на $5 \div 8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ниже допустимой температуры, нормированной в рабочей зоне.

Пример расчета: Спроектировать местную систему кондиционирования воздуха (СКВ) для помещения с ЭВМ.

Данные для расчета

| Размеры помещения, м | Избытки явного тепла летом, кВт | Избытки явного тепла зимой, кВт | Масса выделяющейся пыли, г/ч | Масса испарившегося этилового спирта, г/ч | Число работающих в помещении |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---|------------------------------|
| 12 х 6 х 4,2 | 9,4 | 65% от летних | 2,3 | 190 | 3 |

1. Выбор схемы воздухообмена по удельной тепловой нагрузке, Вт на 1 м^2 площади пола, определяемой по формуле:

$$q = Q_{\text{изб}}^{\text{я}} / S = 9400 / 72 = 130,6 \text{ (Вт/м}^2\text{)},$$

$q = 130,6 \text{ Вт/м}^2 < 400 \text{ Вт/м}^2$, следовательно, выбираем схему «сверху-вверх».

2. Расчет потребного количества воздуха $L_{сг}$, $м^3/ч$. Для обеспечения санитарно-гигиенических норм для данного помещения рассчитываем по формуле:

$$L_{я} = 3,6 * Q_{изб}^Я / (1,2(t_y - t_n));$$

где $L_{я}$ – потребный расход воздуха при наличии избытков явной теплоты; t_y и t_n - температура воздуха, соответственно удаляемого из помещения и поступающего в это помещение, $^{\circ}C$.

При наличии выделяющихся ВВ (пар, газ или пыль - $m_{вр}$, $мг/ч$) в помещении потребный расход воздуха, $м^3/ч$:

$$L_{вр} = m_{вр} / (C_d - C_n);$$

где C_d – концентрация конкретного ВВ, удаляемого из помещения, $мг/м^3$ (принимают равным ПДК рабочей зоны по ГОСТ 12.1.005-88); C_n - концентрация ВВ в приточном воздухе, $мг/м^3$ (принимаем $C_n = 0$ в рабочей зоне для помещений с ЭВМ).

При вычислении потребного расхода воздуха при наличии избытков тепла разницу $t_y - t_n$ рекомендуется принимать равной $10^{\circ}C$:

$$L_{я}^T = 3,6 * 9400 / (1,2 * 10) = 2820 (м^3/ч).$$

Для холодного времени года примем $Q_{изб}^X = 0,65 Q_{изб}^T$:

$$L_{я}^X = 3,6 * 0,65 * 9400 / (1,2 * 10) = 1833 (м^3/ч).$$

$$\text{По пыли: } L_{вр}^П = 2300 / 6 = 383,3 (м^3/ч).$$

$$\text{По парам спирта: } L_{вр}^C = 190000 / 1000 = 190 (м^3/ч).$$

Затем принимаем максимальную величину из $L_{я}^T$, $L_{я}^X$, $L_{вр}^П$ и $L_{вр}^C$ за $L_{сг}$:

$$L_{сг} = 2820 м^3/ч$$

и определим предельное регулирование в холодный период года $L_{сг}^X$ (максимальная величина из $L_{я}^X$, $L_{вр}^П$ и $L_{вр}^C$):

$$L_{сг}^X = 1833 м^3/ч.$$

3. Определим потребное количество воздуха L_B , $м^3/ч$ для обеспечения норм взрывопожарной безопасности по наличию взрывоопасной пыле- ($L_B^П$) и паровоздушной (L_B^C) смесей:

$$L_B = m_{вр} / (0,1 * C_{нк} - C_n),$$

где $C_{нк}$ – нижний концентрационный предел распространения (НКПР) пламени по газо- паров- и пылевоздушной смесям (по ГОСТ 12.1.041-83 НКПР по пыли равен $13..25 г/м^3$, а расчетный НКПР по этиловому спирту - $68 г/м^3$); $C_n = 0$.

$$L_{\text{Б}}^{\text{П}} = m_{\text{ВР}}^{\text{П}} / (0,1 * C_{\text{НК}}^{\text{П}} - C_{\text{П}}^{\text{П}}) = 2,3 / (0,1 * 13 - 0) = 1,77 \text{ (м}^3\text{/ч)};$$

$$L_{\text{Б}}^{\text{С}} = m_{\text{ВР}}^{\text{С}} / (0,1 * C_{\text{НК}}^{\text{С}} - C_{\text{П}}^{\text{С}}) = 190 / (0,1 * 68 - 0) = 27,9 \text{ (м}^3\text{/ч)}.$$

$L_{\text{Б}}^{\text{П}} < L_{\text{Б}}^{\text{С}}$, следовательно, принимаем итоговую величину по взрывопожарной безопасности

$$L_{\text{Б}} = 27,9 \text{ м}^3\text{/ч}.$$

4. Потребное количество кондиционируемого воздуха для данного помещения ($L_{\text{П}}$) - наибольшая величина из $L_{\text{СГ}}$ и $L_{\text{Б}}$, т.е

$$L_{\text{П}} = 2820 \text{ м}^3\text{/ч}.$$

5. Рассчитаем минимальное количество наружного воздуха на работающих в данном помещении L_{min} по формуле:

$$L_{\text{min}} = n * m * Z,$$

где n - число работающих в помещении в наиболее многочисленную смену, чел.; m - норма воздуха на одного работающего, $\text{м}^3\text{/ч}$ ($m=60 \text{ м}^3\text{/ч}$ для помещений с ЭВМ согласно СанПиН РУз N 0224-07); Z - коэффициент запаса (1,1..1,5).

$$L_{\text{min}} = 3 * 60 * 1,5 = 270 \text{ (м}^3\text{/ч)}.$$

$L_{\text{П}} > L_{\text{min}}$, следовательно, $L_{\text{П}}=2820 \text{ м}^3\text{/ч}$ является потребной производительностью местной СКВ по воздуху с подачей $L_{\text{min}}=270 \text{ м}^3\text{/ч}$ наружного воздуха и регулированием ее до $L_{\text{СГ}}^{\text{Х}}=1833 \text{ м}^3\text{/ч}$ в холодный период года.

6. Выбор типа автономного кондиционера для обеспечения выбранной схемы воздухообмена в помещении.

СКВ должна обеспечиваться не менее, чем двумя кондиционерами.

7. Рассчитаем число автономных кондиционеров по формулам:

$$n_{\text{В}} = L_{\text{П}} * K_{\text{П}} / L_{\text{В}};$$

$$n_{\text{Х}} = Q_{\text{ИЗБ}}^{\text{Я}} / L_{\text{Х}},$$

где $L_{\text{П}}$ – потребное количество кондиционируемого воздуха для заданного помещения, $\text{м}^3\text{/ч}$; $K_{\text{П}}$ – коэффициент потерь воздуха, принимаемый по СНиП [9] (для кондиционеров, установленных в кондиционируемом помещении $K_{\text{П}}=1$); $L_{\text{В}}$ и $L_{\text{Х}}$ - воздухо- и холодопроизводительность выбранных сочетаний

кондиционеров соответственно м³/ч и Вт (принимают по справочникам); $Q_{\text{изб.}}^{\text{я}}$ - избытки явного тепла в помещении, Вт. Произведем расчет для кондиционеров:

MIDEA MSE-07HR- мощность – 1,5кВт:

$$n_{B3} = 2820 \cdot 1/400 = 7,05 \approx 8;$$

$$n_{X3} = 9,4/1,74 = 5,4 \approx 6.$$

DAIKIN FTYN25GX- мощность 2,0кВт:

$$n_{B4} = 2820 \cdot 1/500 = 5,64 \approx 6;$$

$$n_{X4} = 9,4/2,3 = 4,08 \approx 5.$$

MIDEA MSE-07HR: мощность - 2,0кВт

$$n_{B5} = 2820 \cdot 1/630 = 4,5 \approx 5;$$

$$n_{X5} = 9,4/2,9 = 3,24 \approx 4.$$

DAIKIN FTYN25GX: мощность -2,5кВт

$$n_{B6} = 2820 \cdot 1/800 = 3,5 \approx 4;$$

$$n_{X6} = 9,4/3,48 = 2,7 \approx 3.$$

8. К установке принимают наибольшее число для каждого сочетания кондиционеров n_y , найденное по воздухо- и холодопроизводительности и округленное до целого большего значения, т. е. $n_B \leq n_y \leq n_X$:

9. $n_{y1} = 8;$

$$n_{y2} = 6.$$

$$n_{y3} = 5;$$

$$n_{y4} = 4.$$

Выбираем минимальное $n_{y1} = 5$ и $n_{y2} = 4$, соответствующие кондиционерам *MIDEA MSE-07HR* и *DAIKIN FTYN25GX*. Окончательно выбираем 2 кондиционера *DAIKIN FTYN25GX* -2500 и 2 кондиционера *MIDEA MSE-07HR*. Это значение конструктивно размещается в данном помещении.

Кондиционер DAIKIN FTYN25GX - кондиционера на охлаждение или 9тысБТЕ/час.

Кондиционер MIDEA MSE-07HR - мощность кондиционера на охлаждение или 7тысБТЕ/час.

Конструктивные решения по размещению кондиционеров в помещении приведены на рис. 3.2.

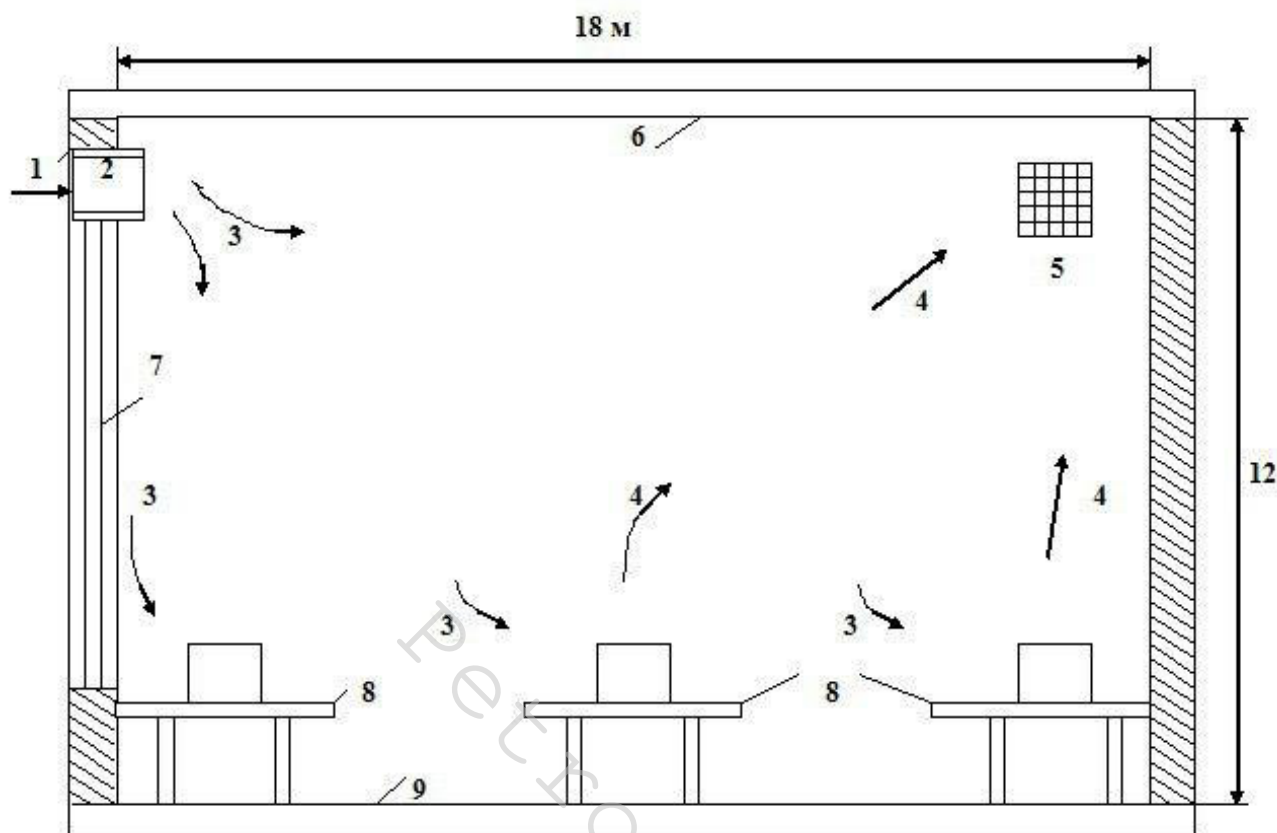


Рис. 3.2 Размещение кондиционеров в помещении:

1-наружный воздух; 2- кондиционер; 3- кондиционированный воздух;
4- удаленный нагретый воздух; 5-вытяжная решетка; 6- основной потолок;
7- окно; 8- рабочие места; 9- пол.

Этапы проектирования системы отопления следующие:

1. Устанавливается степень пожарной и взрывной опасности сырья, вспомогательных материалов, готовой продукции.

2. Дают характеристику паров, газов и пыли, выделяемых в помещениях, а затем определяют допустимые концентрации этих загрязнений с точки зрения пожарной и взрывной опасности.

3. Дают характеристику проектируемому зданию, определяют отрицательную температуру, устанавливают необходимые гигиенические и технологические температуры в производственных помещениях согласно ГОСТ, на основании характеристик зданий, расчётных температур.

Расчёт системы отопления сводится к определению тепловых потерь, которые необходимо компенсировать.

Системы отопления должны компенсировать:

1) тепловые потери через строительные ограждения и конструкции – $Q_{огр}$;

2) расход тепла на нагрев воздуха, поступающего через открытые ворота, двери и другие проёмы и неплотности в ограждениях – $Q_{возд}$;

3) расход тепла на нагрев поступающих извне материалов, оборудования и транспорта – $Q_{мат} = 10\%$;

4) расход тепла на нагрев воздуха, поступающего в помещения извне для замены воздуха, удаляемого вытяжными системами в случаях, когда этот воздух не компенсируется приточной вентиляцией – $Q_{вент}$ до 30%.

$$Q_{отоп} = Q_{огр} + Q_{воз} + Q_{мат} + Q_{вент} + Q_{исп}$$

Тепловые потери через ограждения определяют суммированием тепловых потерь через отдельные ограждения конструкции, подсчитанных по формуле:

$$Q = F (t_1 - t_2) \times R_{огр}$$

где

F – поверхность ограждения, m^2 ;

$R_{огр}$ – сопротивление теплопередачи конструкций ограждения, $Вт/м^2 \text{ град}$;

t_1, t_2 – расчётные температуры внутреннего и наружного воздуха для холодного периода, $^{\circ}C$;

n – поправочный коэффициент расчётной разности температур.

Потери тепла рассчитывают отдельно для каждой конструкции, а затем данные суммируют. Сравнивают данные между потерями тепла и теплопритоками. Разница должна быть компенсирована теплогенерирующими установками.

Расчет размеров воздуховодов

Для расчета размеров (площади сечения) воздуховодов нам нужно знать объем воздуха, проходящий через воздуховод в единицу времени, а также максимально допустимую скорость воздуха в канале. При увеличении скорости воздуха размеры воздуховодов уменьшаются, но уровень шума и сопротивление сети возрастают. На практике для квартир и коттеджей скорость

воздуха в воздуховодах ограничивают на уровне 3–4 м/с, поскольку при более высоких скоростях воздуха шум от его движения в воздуховодах и распределителях может стать слишком заметным. Следует также учитывать, что использовать «тихие» низкоскоростные воздуховоды большого сечения не всегда возможно, поскольку их сложно разместить в запотолочном пространстве. Снизить высоту запотолочного пространства позволяет применение прямоугольных воздуховодов, которые при одинаковой площади сечения имеют меньшую высоту, чем круглые (например, круглый воздуховод диаметром 160 мм имеет такую же площадь сечения, как и прямоугольный размером 200×100 мм). В то же время монтировать сеть из круглых гибких воздуховодов проще и быстрее.

Расчетная площадь сечения воздуховода определяется по формуле:

$$Sc = L * 2,778 / V,$$

где

Sc — расчетная площадь сечения воздуховода, см²;

L — расход воздуха через воздуховод, м³/ч;

V — скорость воздуха в воздуховоде, м/с;

2,778 — коэффициент для согласования различных размерностей (часы и секунды, метры и сантиметры).

Итоговый результат мы получаем в квадратных сантиметрах, поскольку в таких единицах измерения он более удобен для восприятия.

Фактическая площадь сечения воздуховода определяется по формуле:

$$S = \pi * D^2 / 400 \text{ — для круглых воздуховодов,}$$

$$S = A * B / 100 \text{ — для прямоугольных воздуховодов,}$$

где

S — фактическая площадь сечения воздуховода, см²;

D — диаметр круглого воздуховода, мм;

A и **B** — ширина и высота прямоугольного воздуховода, мм.

В таблице 3.2 приведены данные по расходу воздуха в круглых и прямоугольных воздуховодах при разных скоростях движения воздуха.

Таблица 3.2.

Расход воздуха в воздуховодах

| Параметры воздуховодов | | | Расход воздуха (м³/ч) при скорости воздуха: | | | | |
|--|--|---------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|
| Диаметр круглого воздухово да | Размеры прямоуголь ного воздуховода | Площадь сечения воздухово да | 2 м/с | 3 м/с | 4 м/с | 5 м/с | 6 м/с |
| | 80×90 мм | 72 см² | 52 | 78 | 104 | 130 | 156 |
| Ø 100 мм | 63×125 мм | 79 см² | 57 | 85 | 113 | 142 | 170 |
| | 63×140 мм | 88 см² | 63 | 95 | 127 | 159 | 190 |
| Ø 110 мм | 90×100 мм | 90 см² | 65 | 97 | 130 | 162 | 194 |
| | 80×140 мм | 112 см² | 81 | 121 | 161 | 202 | 242 |
| Ø 125 мм | 100×125 мм | 125 см² | 90 | 135 | 180 | 225 | 270 |
| | 100×140 мм | 140 см² | 101 | 151 | 202 | 252 | 302 |
| Ø 140 мм | 125×125 мм | 156 см² | 112 | 169 | 225 | 281 | 337 |
| | 90×200 мм | 180 см² | 130 | 194 | 259 | 324 | 389 |
| Ø 160 мм | 100×200 мм | 200 см² | 144 | 216 | 288 | 360 | 432 |
| | 90×250 мм | 225 см² | 162 | 243 | 324 | 405 | 486 |
| Ø 180 мм | 160×160 мм | 256 см² | 184 | 276 | 369 | 461 | 553 |
| | 90×315 мм | 283 см² | 204 | 306 | 408 | 510 | 612 |
| Ø 200 мм | 100×315 мм | 315 см² | 227 | 340 | 454 | 567 | 680 |
| | 100×355 мм | 355 см² | 256 | 383 | 511 | 639 | 767 |
| Ø 225 мм | 160×250 мм | 400 см² | 288 | 432 | 576 | 720 | 864 |
| | 125×355 мм | 443 см² | 319 | 479 | 639 | 799 | 958 |
| Ø 250 мм | 125×400 мм | 500 см² | 360 | 540 | 720 | 900 | 1080 |
| | 200×315 мм | 630 см² | 454 | 680 | 907 | 1134 | 1361 |
| Ø 300 мм | 200×355 мм | 710 см² | 511 | 767 | 1022 | 1278 | 1533 |
| | 160×450 мм | 720 см² | 518 | 778 | 1037 | 1296 | 1555 |
| Ø 315 мм | 250×315 мм | 787 см² | 567 | 850 | 1134 | 1417 | 1701 |

Расчет размеров воздуховода производится отдельно для каждой ветки, начиная с магистрального канала, к которому подключается вентустановка. Отметим, что скорость воздуха на ее выходе может достигать 6–8 м/с, поскольку размеры присоединительного фланца вентустановки ограничены размером ее корпуса (шум, возникающий внутри нее, гасится шумоглушителем). Для уменьшения скорости воздуха и снижения уровня шума размеры магистрального воздуховода часто выбирают больше размеров фланца вентустановки. В этом случае подключение магистрального воздуховода к вентустановке производится через переходник.

Выбор и расчет средств по пылегазоочистке воздуха

Классификация пылеулавливающего оборудования основана на принципиальных особенностях процесса отделения твердых частиц от газовой фазы, это:

—оборудование для улавливания пыли сухим способом, к которому относятся циклоны, пылесадительные камеры, вихревые циклоны, жалюзийные и ротационные пылеуловители, электро-фильтры, фильтры;

—оборудование для улавливания пыли мокрым способом, к которому относятся скрубберы Вентури, форсуночные скрубберы, пенные аппараты и др.

Для очистки воздуха, удаляемого вентиляционными аспирационными системами от твердых и жидких примесей, применяют пылеуловители пяти классов (табл. 3.3).

Широкое применение для сухой очистки газов на предприятиях получили циклоны различных типов. Наибольшее распространение получили цилиндрические и конические циклоны.

К цилиндрическим циклонам относятся аппараты типа ЦН-11, ЦН-15, ЦН-15У и ЦН-24. Отличительной особенностью этих аппаратов является удлиненная цилиндрическая часть корпуса. Входной патрубок расположен под углом 11, 15 и 24° к горизонтали.

Таблица 3.3

| Класс пылеуловителя | Размеры улавливаемых пылевых частиц, мкм | Группа пыли по дисперсности | Эффективность пылеуловителя |
|---------------------|--|-----------------------------|-----------------------------|
| I | Более 0,3 | V | 0,8 |
| | | IV | 0,8—0,999 |
| II | Более 2 | IV | 0,45—0,92 |
| | | III | 0,92—0,999 |
| III | Более 4 | III | 0,8—0,99 |
| | | II | 0,99—0,999 |
| IV | Более 8 | II | 0,95-0,999 |
| | | I | 0,999 |
| V | Более 20 | I | 0,99 |

Примечание. Границы эффективности пылеуловителей указаны с учетом дисперсности пыли. Первое значение эффективности относится к меньшему значению d_{50} , второе — к большему [3].

К коническим циклонам относятся аппараты типов СДК-ЦН-33, СК-ЦН-34 и СК-ЦН-34М. Они отличаются от циклонов типа ЦН длиной конической части и наличием спирального входного патрубка.

Цилиндрические циклоны относятся к высокопроизводительным, а конические — к высокоэффективным аппаратам.

Диаметр цилиндрических циклонов обычно не превышает 2000 мм, а диаметр цилиндрической части конических — 3000 мм.

Цилиндрические циклоны характеризуются следующими особенностями:

- ЦН-24 (входной патрубок расположен под углом $\alpha = 24^\circ$); этот тип обеспечивает повышенную производительность при наименьшем гидравлическом сопротивлении; предназначен для улавливания крупной пыли;
- ЦН-15 ($\alpha=15^\circ$); этот тип обеспечивает хорошую степень улавливания при сравнительно небольшом гидравлическом сопротивлении;
- ЦН-11 ($\alpha=11^\circ$); этот тип обеспечивает повышенную эффективность и рекомендуется в качестве унифицированного пылеуловителя.

Запыленный газ вводится в цилиндрическую часть корпуса 1 через входной патрубок 2 тангенциально со скоростью 20-30 м/с.

Благодаря тангенциальному вводу он приобретает вращательное движение вокруг выхлопной трубы 3. Частицы пыли под действием центробежной силы отбрасываются к стенкам корпуса и под действием гравитационных сил спиралеобразно опускаются в сборник пыли (на схеме не показан). Очищенный газ выбрасывается из циклона через выхлопную трубу 3 и направляется в трубопровод для отвода очищенного газа (рис.3.3).

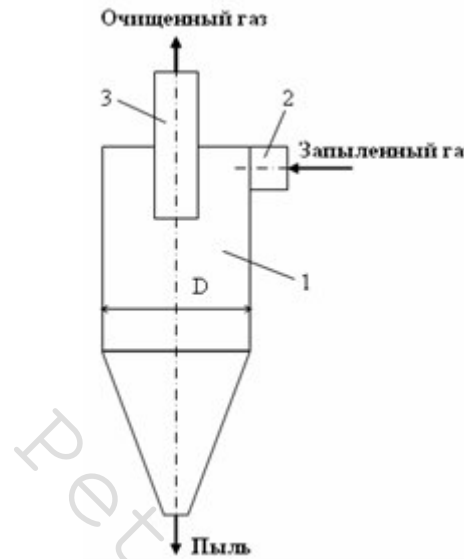


Рис.3.3Схема цилиндрического циклона:
1- корпус, 2- входной патрубок , 3 – выхлопная труба.

Расчет циклонов ведут методом последовательных приближений в следующем порядке:

1. Выбирают тип циклона (ЦН-24, ЦН-15, ЦН-11).
2. Выбрав тип циклона, определяют оптимальную скорость газа $\omega_{\text{опт}}$, м/с, в сечении циклона (табл. 3.3).
3. Определяют диаметр D , м, циклона по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\omega_{\text{опт}}}}, \quad (3.15)$$

где Q – объемный расход очищаемого газа, м³/с (табл.3.2).

С учетом числа циклонов n выражение (1) примет вид:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\omega_{\text{опт}}n}} \quad (3.16)$$

Полученный диаметр циклона округляют до ближайшего типового значения внутреннего диаметра циклона из ряда: 200, 300,

400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2400 и 3000 мм.

Если расчетный диаметр циклона превышает его максимально допустимое значение, то необходимо применять два или более параллельно установленных циклона, диаметр которых определяется по формуле (3.15).

4. По выбранному диаметру циклона находят действительную скорость газа в циклоне ω , м/с:

$$\omega = \frac{4Q}{\pi D^2 n} \quad (3.17)$$

Действительная скорость газа в циклоне не должна отклоняться более чем на 15 % от оптимальной скорости ω_{opt} .

5. Определяют коэффициент гидравлического сопротивления ξ циклона или группы циклонов:

| | |
|--------------------------------------|---|
| $\xi = k_1 k_2 \xi_{500} + k_3, (4)$ | <p>где k_1 – поправочный коэффициент, зависящий от диаметра циклона (табл.3. 4);</p> <p>k_2 – поправочный коэффициент, учитывающий запыленность газа (табл. 3.4);</p> <p>k_3 – коэффициент, учитывающий дополнительные потери давления, связанные с компоновкой циклонов в группу (для одиночных циклонов $k_3 = 0$);</p> <p>ξ_{500} – коэффициент гидравлического сопротивления одиночного циклона диаметром 500 мм (табл.3.5);</p> |
|--------------------------------------|---|

Направление выхлопа принимается, исходя из требований охраны окружающей среды, безопасности, технологии и др.

6. Определяют потери давления в циклоне Δp , н/м²:

$$\Delta p = \xi \frac{\rho \omega^2}{2}, \quad (3.18)$$

где ρ - плотность газа, проходящего через циклон, кг/м³ (табл. 3.3).

7. Определяют диаметр частиц, улавливаемых на 50 %, d_{50} :

$$d_{50} = d_{50}^T \sqrt{\frac{D \rho_q^T \mu \omega_T}{D_T \rho_q \mu_T \omega}}, \quad (3.19)$$

где индекс “Т” означает стандартные условия работы типового циклона [3]:

- d_{50}^T находится по табл. 3.4;
- диаметр циклона $D_T = 0,6$ м; по табл. 3.5
- средняя скорость газа в циклоне $\omega_T = 3,5$ м/с;

- плотность частиц $\rho_v^T = 1930 \text{ кг/м}^3$;
- динамическая вязкость газа $\mu_r = 0,022 \times 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$.

8. Определяют эффективность очистки газа в циклоне η :

$$\eta = 0,5 [1 + \Phi(x)], \quad (3.20)$$

где $\Phi(x)$ – табличная функция от параметра x (табл. 3.8).

Параметр x можно найти следующим образом:

$$x = \frac{\lg(d_{50}/d_{50}^T)}{\sqrt{\lg^2 \sigma_\eta + \lg^2 \sigma_v}}, \quad (3.21)$$

где $\lg \sigma_\eta$ - дисперсия функции фракционной степени очистки;

$\lg \sigma_v$ - степень полидисперсности пыли (табл. 3.4).

В зависимости от значения x находят функцию распределения $\Phi(x)$ по табл. 3.7

Таблица 3.4

Параметры, определяющие эффективность циклонов

| Параметр | Тип циклона | | |
|----------------------|-------------|-------|-------|
| | ЦН-24 | ЦН-15 | ЦН-11 |
| d_{50}^m , мкм | 8,50 | 6,00 | 3,65 |
| $\lg \sigma_\eta$ | 0,308 | 0,352 | 0,352 |
| ω_{onm} , м/с | 4,5 | 3,5 | 3,5 |

Таблица 3.5

Значения поправочного коэффициента k_1

| Тип циклона | Диаметр циклона D , мм | | | | |
|--------------|--------------------------|------|------|------|-----|
| | 150 | 200 | 300 | 450 | 500 |
| ЦН-11 | 0,94 | 0,95 | 0,96 | 0,99 | 1,0 |
| ЦН-15, ЦН-24 | 0,85 | 0,90 | 0,93 | 1,0 | 1,0 |

Значения поправочного коэффициента k_2

| Тип циклона | Концентрация пыли на входе циклона $c_{вх}$, г/м ³ | | | | | | |
|-------------|--|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 10 | 20 | 40 | 80 | 120 | 150 |
| ЦН-11 | 1 | 0,96 | 0,94 | 0,92 | 0,90 | 0,87 | - |
| ЦН-15 | 1 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,90 | 0,87 | 0,86 |
| ЦН-24 | 1 | 0,95 | 0,93 | 0,92 | 0,90 | 0,87 | 0,86 |

Таблица 3.6

Значения коэффициентов сопротивления циклонов ξ_{500}
($D = 500$ мм)

| Тип циклона | Коэффициент сопротивления ξ_{500} | |
|----------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| | при выхлопе в атмосферу | при выхлопе в гидравлическую сеть |
| ЦН-11 | 245 | 250 |
| ЦН-15 | 155 | 163 |
| ЦН-24 | 75 | 80 |

Таблица 3.7

Значения нормальной функции распределения $\Phi(x)$

| x | $\Phi(x)$ | x | $\Phi(x)$ |
|-------|-----------|-----|-----------|
| - 2,6 | 0,0047 | 0,2 | 0,5793 |
| - 2,4 | 0,0082 | 0,4 | 0,6554 |
| - 2,2 | 0,0139 | 0,6 | 0,7257 |
| - 2,0 | 0,0228 | 0,8 | 0,7881 |
| - 1,8 | 0,0359 | 1,0 | 0,8413 |
| - 1,6 | 0,0548 | 1,2 | 0,8849 |
| - 1,4 | 0,0808 | 1,4 | 0,9192 |
| - 1,2 | 0,1151 | 1,6 | 0,9452 |
| - 1,0 | 0,1587 | 1,8 | 0,9641 |
| - 0,8 | 0,2119 | 2,0 | 0,9772 |
| - 0,6 | 0,2743 | 2,2 | 0,9861 |
| - 0,4 | 0,3446 | 2,4 | 0,9918 |
| - 0,2 | 0,4207 | 2,6 | 0,9953 |
| 0 | 0,5000 | | |

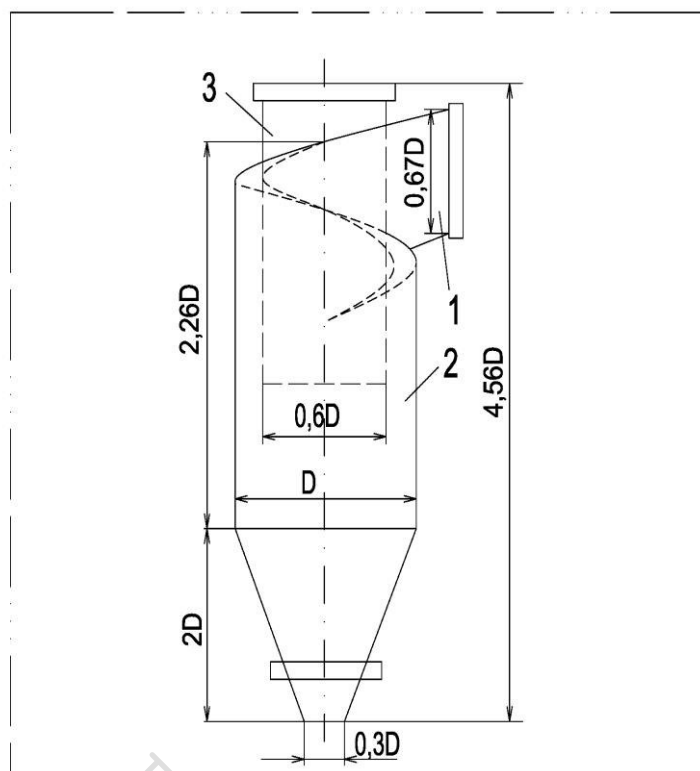


Рис. 3.4. Оптимальные размеры циклона серии ЦН:
1-входной патрубок; 2- корпус; 3- выходной патрубок

Таблица 3.8

| Геометрический размер | Тип циклона | | |
|---|-------------|---------|-------|
| | ЦН-15 | ЦН-24 | ЦН-11 |
| Угол наклона крышки и входного патрубка циклона α , град | 15 | 24 | 11 |
| Высота входного патрубка $h_{\text{п}}$ | 0,66 | 1,11 | 0,48 |
| Высота выхлопной трубы $h_{\text{т}}$ | 1,74 | 2,11 | 1,56 |
| Высота цилиндрической части циклона $H_{\text{ц}}$ | 2,26 | 2,11 | 2,06 |
| Высота конуса циклона $H_{\text{к}}$ | 2,0 | 1,75 | 2,0 |
| Общая высота циклона H | 4,56 | 4,26 | 4,38 |
| Высота внешней части выхлопной трубы $h_{\text{в}}$ | — | 0,59 | — |
| Внутренний диаметр пылевывпускного отверстия d_1 | — | 0,3—0,4 | — |
| Ширина входного патрубка в циклоне | — | 0,2 | — |
| Ширина входного патрубка на входе | — | 0,26 | — |
| Длина входного патрубка | — | 0,6 | — |
| Высота фланца $h_{\text{фл}}$ | — | 0,1 | — |

Пример расчета: Подобрать циклон, обеспечивающий степень эффективности очистки газа от пыли не менее $\eta = 0.87$; не более $\eta = 0.85$.

Исходные данные:

количество очищаемого газа - $Q = 1.4 \text{ м}^3/\text{с}$;

плотность газа при рабочих условиях - $\rho = 0,89 \text{ кг/м}^3$;

вязкость газа - $\mu = 22,2 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{с/м}^2$;

плотность частиц пыли - $\rho_{\text{п}} = 1750 \text{ кг/м}^3$;

плотность пыли - $d_{\text{п}} = 25 \text{ мкм}$;

дисперсность пыли - $\lg \sigma_n = 0,6$;

входная концентрация пыли - $C_{\text{вх}} = 80 \text{ г/м}^3$.

Задаются типом циклона и определяется оптимальная скорость газа $\omega_{\text{опт}}$, в сечении циклона диаметром D :

Выбирается циклон ЦН-15, оптимальная скорость газа, в котором $\omega_{\text{опт}} = 3,5 \text{ м/с}$.

Определяется диаметр циклона, м

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \omega_{\text{опт}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1.4}{3.14 \cdot 3.5}} = 0.713 \text{ м}$$

Ближайшим стандартным сечением является сечение в 700 мм.

По выбранному диаметру находится действительная скорость газа в циклоне, м/с

$$\omega = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot n \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 1.4}{3.14 \cdot 1 \cdot 0.7^2} = 3.6 \text{ м/с},$$

где n – число циклонов.

Вычисляется коэффициент гидравлического сопротивления одиночного циклона:

$$\zeta = K_1 \cdot K_2 \cdot \zeta_{500} = 1 \cdot 0.9 \cdot 155 = 139.5 ,$$

где K_1 – поправочный коэффициент на диаметр циклона;

K_2 - поправочный коэффициент на запыленность газа;

ζ_{500} – коэффициент гидравлического сопротивления

одиноклого циклона диаметром 500 мм.

Определяется гидравлическое сопротивление циклона:

$$\Delta\rho = \frac{\zeta \cdot \rho \cdot \omega^2}{2} = \frac{139,5 \cdot 0,89 \cdot 3,2^2}{2} = 635,7 \text{ Па}$$

По таблице 3.4. определяется значение параметров пыли d_{50}^T и $\lg \sigma_\eta$:

Затем по формуле (3.19) определяют расчетное значение эффективности очистки газа циклоном. Если расчетное значение η окажется меньше необходимого по условиям допустимого выброса пыли в атмосферу, то нужно выбрать другой тип циклона с большим значением коэффициента гидравлического сопротивления. Для ориентировочных расчетов можно пользоваться формулой:

$$\frac{\zeta_1}{\zeta_2} = \left(\frac{1 - \eta_1}{1 - \eta_2} \right)^2 \frac{\omega_1 D_2}{\omega_2 D_1},$$

где индексы 1 и 2 соответствуют двум разным циклонам.

Для выбранного типа циклона - $d_{50}^T = 4,5 \text{ мкм}$ $\lg \sigma_\eta = 0,352$

Ввиду того, что значения d_{50}^T , приведенные в таблице 3.3, определены по условиям работы типового циклона ($D_m = 0,6 \text{ м}$; $\rho_{nm} = 1930 \text{ кг/м}^3$; $\mu_m = 22,2 \cdot 10^{-6}$; $\omega_m = 3,5 \text{ м/с}$), необходимо учитывать влияние отклонений условий работы от типовых на величину d_{50} :

$$d_{50} = d_{50}^m \cdot \sqrt{\frac{D}{D_m} \cdot \frac{\rho_{nm}}{\rho} \cdot \frac{\mu}{\mu_m} \cdot \frac{\omega_m}{\omega}} = 4,5 \cdot \sqrt{\frac{0,7}{0,6} \cdot \frac{1930}{1750} \cdot 1 \cdot \frac{3,5}{3,6}} = 5 \text{ мкм}$$

Рассчитывается параметр X:

$$X = \frac{\lg \frac{d_n}{d_{50}}}{\sqrt{\lg^2 \sigma_\eta + \lg^2 \sigma_n}} = \frac{\lg \frac{25}{5}}{\sqrt{0,352^2 + 0,6^2}} = 1$$

по табл. 3.8 находим значение параметра $\Phi(x)$:
 $\Phi(x)=0.8413$

Определяется степень эффективности очистки газа в циклоне:

$$\eta = 0.5 \cdot [1 + \Phi(x)] = 0.5 \cdot [1 + 0.8413] = 0.92$$

Полученное расчетное значение $\eta = 0,92$ больше необходимого $\eta = 0,87$, делается вывод, что циклон выбран верно.

Если расчетное значение η окажется меньше необходимого по условиям допустимого выброса пыли в атмосферу, то нужно выбрать другой тип циклона с большим значением коэффициента

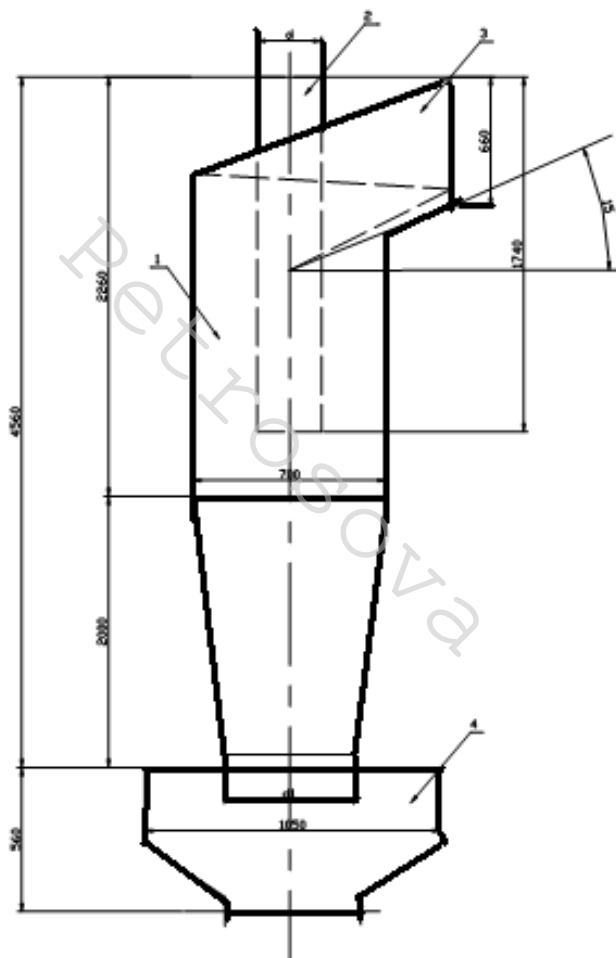


Рис. 3.5 Схема цилиндрического циклона:

- 1 – корпус;
- 2 – входная труба;
- 3 – патрубок;
- 4 – бункер.

4. Определение уровня шума в производственных помещениях

Источниками шума на машиностроительных предприятиях являются станочное, кузнечно-прессовое оборудование, энергетические установки, компрессорные и насосные станции, вентиляционные установки, стендовые испытания двигателей внутреннего сгорания и др. Уровень шума на рабочих местах в производственных помещениях, возникающих от этих источников, обычно значительно превышает допустимые значения. Поэтому при проектировании производственных процессов необходимым условием является определение ожидаемых уровней шума на рабочих местах с помощью акустического расчёта и разработки на его основе средств и методов защиты от шума.

Акустический расчёт включает:

- 1) выявление источников шума и определение их шумовых характеристик;
- 2) выбор расчётных точек, для которых производится акустический расчёт;
- 3) определение допустимых уровней звукового давления для расчётных точек;
- 4) выявление путей распространения шума от источников до расчётных точек;
- 5) определение ожидаемых уровней звукового давления L в расчётных точках до осуществления мероприятий по снижению шума с учётом снижения уровня звуковой мощности ΔL_p на пути распространения звука;
- 6) определение требуемого снижения уровней звукового давления ΔL_{TP} в расчётных точках;
- 7) выбор мероприятий, обеспечивающих требуемое снижение уровней звукового давления в расчётных точках.

Шумовые характеристики источников шума

Шумовыми характеристиками источников шума являются уровни звуковой мощности L_p , дБ в октавных полосах частот и показатели направленности излучения шума G , дБ, которые должны быть указаны в технических условиях, инструкции

эксплуатации или паспорте соответствующего оборудования. При отсутствии таких сведений необходимо пользоваться справочными данными по шумовым характеристикам применяемой машины или её аналога.

Определение допустимых уровней в расчётных точках

Расчётные точки при акустических расчётах выбираются на рабочих местах внутри производственных помещений и на площадках предприятий, в помещениях жилых и общественных зданий на высоте 1,2 – 1,5 м. от уровня пола.

Допустимые уровни звукового давления, дБ в октавных полосах частот и эквивалентные уровни звука, дБА определяются в соответствии с санитарными нормами допустимых уровней шума на рабочих местах СанПиН РУз № 0325-16 или КМК 2.01.08.96 РУз «Защита от шума» с помощью таблицы 4.1.

Таблица 4.1

Допустимые уровни звукового давления и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест.

| Вид трудовой деятельности, рабочее место | Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА |
|--|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|--|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| Творческая деятельность, конструирование и проектирование, программирование. Рабочие места в проектно-конструкторских бюро, расчётчиков, программистов вычислительных машин. | 86 | 71 | 61 | 54 | 49 | 45 | 42 | 40 | 38 | 50 |
| Административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы. Помещения | 93 | 79 | 70 | 68 | 58 | 55 | 52 | 52 | 49 | 60 |

| | | | | | | | | | | |
|--|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| цехового управления, лаборатории. | | | | | | | | | | |
| Рабочие места на участках точной сборки, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на вычислительных машинах. | 96 | 83 | 74 | 68 | 63 | 60 | 57 | 55 | 54 | 65 |
| Рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону, в помещениях лабораторий с шумным оборудованием. | 103 | 91 | 83 | 77 | 73 | 70 | 68 | 66 | 64 | 75 |
| На постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий. | 107 | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 80 |
| Жилые комнаты квартир, домов отдыха, пансионатов | | | | | | | | | | |
| с 7 до 23 часов | 79 | 63 | 52 | 45 | 39 | 35 | 32 | 30 | 28 | 40/55 |
| с 23 до 7 часов | 72 | 55 | 44 | 35 | 29 | 25 | 22 | 20 | 18 | 30/45 |

* под чертой указаны значения максимального уровня звука, дБА.

Определение ожидаемых уровней звукового давления в расчётных точках

Октавные уровни звукового давления L (дБ) определяются в зависимости от взаимного расположения расчётных точек и источников шума для каждой из восьми октавных полос со среднеметрическими значениями 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. - таблица 4.1 [8].

Расчётная точка находится в помещении с одним источником шума. Составляется план помещения и схема расположения источника шума и расчётной точки (рис. 4.1). Октавные уровни звукового давления определяются по формуле:

$$L = L_p + 10 \lg(\chi \Phi / S + 4/B),$$

где L_p - октавный уровень звуковой мощности источника шума, дБ, определяемый из паспортных характеристик оборудования или принимаемый по табл. 4.1; χ - коэффициент, учитывающий влияние ближнего поля и принимается от 0,7 - 1,0 в зависимости от отношения расстояния r , м между акустическим центром (АЦ) источника шума и расчётной точкой к максимальному габаритному размеру l_{\max} , м, источника (при $r > 2l_{\max}$ $\chi = 1$);

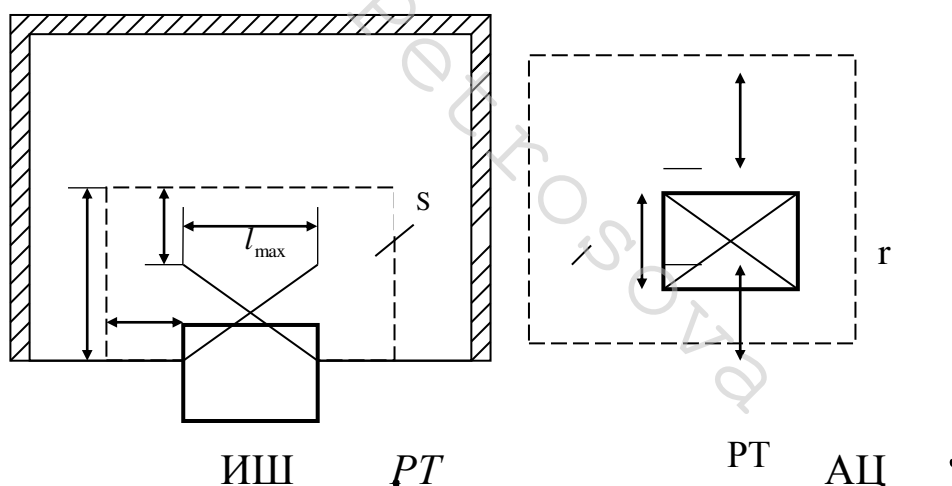


Рис. 4.1 План помещения и схема расположения источника шума и расчётной точки.

Φ – фактор направленности источника шума, определяемый по опытным данным; при равномерном излучении звука $\Phi = 1$;

S – площадь воображаемой поверхности правильной геометрической формы, окружающей источник шума при равном удалении от его поверхности и проходящей через расчётную точку, м^2 ; если $r < 2l_{\max}$, то для прямоугольного параллелепипеда

$$S = 2(l_{\max} + 2a)h + 2(l + 2a)h + (l_{\max} + 2a)(l + 2a); \text{ если } r > 2l_{\max}, \text{ то}$$

$S = \Omega^2$, где Ω - пространственный угол излучения, величина которого зависит от местоположения источника шума; $\Omega = 4\pi$ - в пространстве (на колонне в цехе); $\Omega = 2\pi$ - на поверхности пола,

перекрытия, стены; $\Omega = \pi$ - в двухгранном угле, образованном ограждающими конструкциями; $\Omega = \pi/2$ - в трёхгранном угле; B – постоянная помещения, м²;

$$B = S_{огр} \cdot \alpha / (1 - \alpha),$$

где $S_{огр}$ - общая площадь ограждающих поверхностей, м²; α - средний коэффициент звукопоглощения в помещении (для механических и металлообрабатывающих цехов $\alpha = 0,1$).

Расчётная точка находится в помещении с несколькими источниками шума. Составляются план помещения и схема расположения источников шума и расчётной точки (рис. 4.2).

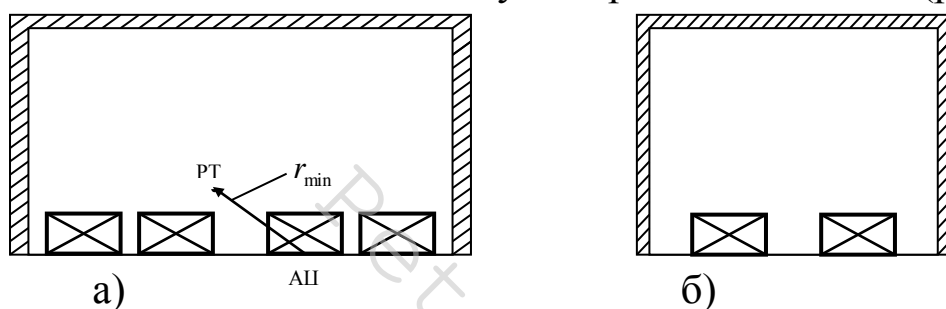


Рис. 4.2. Схема расположения источников шума и расчётной точки: а) с n - источниками; б) с двумя источниками.

Октавные уровни определяются по формуле

$$L = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{\Delta_i \chi_i \Phi_i}{S_i} + \frac{4}{B} \sum_{i=1}^n \Delta_i \right), \quad (4.1)$$

где $\Delta_i = 10^{0,1L_{Pi}}$; m – количество источников шума, ближайших к расчётной точке, т. е. источников, находящихся на расстоянии $r_i \leq 5r_{\min}$, где r_{\min} - расстояние от РТ до АЦ ближайшего к ней ИШ, м; n – общее число источников шума; L_{Pi} - уровень звуковой мощности, создаваемой i -ым источником шума.

Если в помещении находится несколько одинаковых источников шума, то ожидаемые уровни звукового давления от всех источников шума определяются по формуле:

$$L = L_{P_0} + 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{\chi_i \Phi_i}{S_i} + \frac{4n}{B} \right), \quad (4.2)$$

где L_{P_0} - октавный уровень звуковой мощности, излучаемой одним источником шума, дБ; n – общее число источников шума.

Определение требуемого снижения уровня звукового давления в расчётных точках

Требуемое снижение уровня звукового давления в расчётной точке от одного источника шума определяется как разность между ожидаемым уровнем звукового давления в расчётной точке и допускаемым уровнем $L_{доп}$: $\Delta L_{тр} = L - L_{доп}$.

Если в расчётную точку попадает шум от нескольких источников, то рассчитываются уровни звукового давления каждого источника.

Для одинаковых источников, отличающихся по уровням менее чем на 10дБ, требуемое снижение уровней звукового давления $\Delta L_{три}$ в расчётной точке для каждого источника определяется по формуле

$$\Delta L_{три} = L_i - L_{доп} + 10 \lg n, \quad (4.3)$$

где L_i - ожидаемый октавный уровень звукового давления, создаваемый рассматриваемым источником шума в расчётной точке, дБ; n – общее число источников шума.

Если источники шума отличаются друг от друга по октавным уровням более чем на 10дБ, требуемое снижение уровней звукового давления в расчётной точке определяется по формулам:

а) для каждого из источников с более высокими уровнями

$$\Delta L_{три} = L_i - L_{доп} + 10 \lg n_1, \quad (4.4)$$

где n_1 - общее число таких источников.

б) для каждого из остальных источников

$$\Delta L_{три} = L_i - L_{доп} + 10 \lg (n - n_1) + 5, \quad (4.5)$$

где n – общее число источников шума.

Выбор мероприятий по снижению шума

Выбор мероприятий для обеспечения требуемого снижения шума определяется особенностями производства и оборудования, величиной превышения допустимых уровней звукового давления, характером шума и другими факторами [10]. Наибольший эффект по снижению шума на пути распространения звуковой волны с помощью звукоизоляции, экранирования, звукопоглощения, расстояния наблюдается для высокочастотных звуков. Звукоизоляция обеспечивает снижение шума на 25 – 30дБ, звукопоглощение – на 6 – 10дБ, а удвоение расстояния от источника шума до рабочего места уменьшает уровень шума примерно на 6дБ.

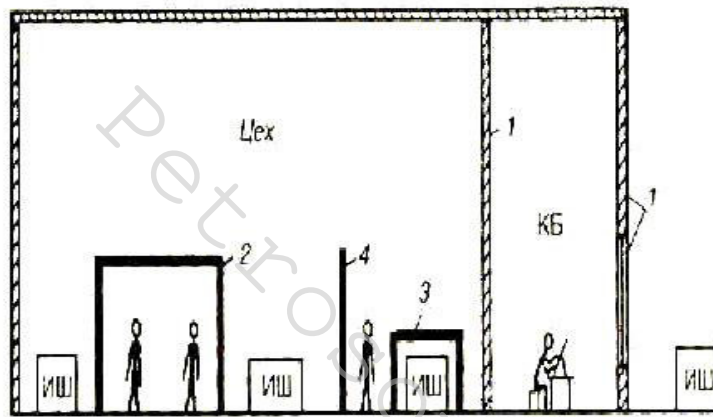


Рис. 4.3. Средства звукоизоляции

1-звукоизолирующее ограждение; 2-звукоизолирующие кабины и пульты управления; 3-звукоизолирующие кожухи; 4-акустические экраны; ИШ - источник шума.

Таблица 4.2.

Варианты заданий по теме

| №/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|---|----|----|----|---|---|----|---|----|----|
| r_{\min} - расстояние от РТ до АЦ ближайшего к ней ИШ, м | 2 | 10 | 15 | 20 | 6 | 8 | 12 | 4 | 20 | 22 |
| n – общее число источников шума | 4 | 3 | 5 | 2 | 8 | 4 | 6 | 8 | 2 | 3 |

5. Расчет виброизоляции.

Целью виброизоляции механизмов является создание таких условий на пути распространения колебаний, которые увеличили бы необходимые потери и тем самым уменьшили передаваемую от источника колебательную энергию. Наибольшее распространение в настоящее время получили пружинные и резиновые амортизаторы.

5.1. Пружинные амортизаторы

Пружинные амортизаторы целесообразно использовать для виброизоляции при сравнительно низкой частоте менее 33 Гц и значительной амплитуде колебаний системы, а также при наличии высоких температур, масел, паров щелочей и кислот. В качестве пружинных амортизаторов чаще всего применяются стальные витые пружины, изготавливаемые из прутка круглого сечения.

Последовательность расчета пружинных амортизаторов

Для расчета пружины, предназначенной для виброизоляции, необходимы следующие исходные данные:

- а) статическая нагрузка P_{cm1} , приходящаяся на один амортизатор, H ;
- б) амплитуда колебательного смещения верхнего торца пружины при рабочем режиме машины ξ_{z1} , m ;
- в) упругость пружины в вертикальном направлении k_{z1} , H/m ;
- г) допускаемое напряжение на кручение материала пружины $[\tau]$, H/m ; (табл. 5.1);
- д) модуль упругости на сдвиг G , H/m ; (табл. 5.1);

Расчетная нагрузка P_1 на одну пружину:

$$P_1 = P_{cm1} + 1.5 \cdot P_{дин1}, [H] \quad (5.1)$$

где P_{cm1} - статическая нагрузка, приходящаяся на одну пружину;

$$P_{cm1} = \frac{P}{n}, \quad (5.2)$$

где P - вес машины, H ;

n - число пружин;

$P_{дин1}$ - динамическая нагрузка, приходящаяся на одну пружину, H ;

$$P_{дин1} = \xi_z \cdot k_{z1}, \quad (5.3)$$

где ξ_z амплитуда вертикальных колебаний объекта на рабочей частоте, м;

k_{z1} - жесткость одного амортизатора в вертикальном направлении, Н/м;

$$\xi_z = \frac{P}{(P/g) \cdot \omega^2 - k_z}, \quad (5.4)$$

где g - ускорение свободного падения, Н/м;

$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ - угловая частота колебаний системы, рад/с;

(f - частота в Гц)

k_z - общая жесткость всех амортизаторов в вертикальном направлении:

$$k_z = m \cdot (2 \cdot \pi \cdot f_{0z})^2, \quad (5.5)$$

где m - масса механизма, подлежащего виброизоляции (включая массу основания), кг $\left(m = \frac{P}{g} \right)$;

f_{0z} - частота собственных колебаний системы, Гц:

$$f_{0z} = \frac{f_g}{\Psi_z} = \frac{f_g}{(3 \div 4)}, \quad (5.6)$$

где f_g - частота возмущающей силы, Гц;

Ψ_z - коэффициент отношения частоты возмущающей силы к частоте собственных колебаний (рекомендуется $\Psi_z = 3 \div 4$).

$$k_{z1} = \frac{k_z}{n} = \frac{m}{n} \cdot (2 \cdot \pi \cdot f_{0z})^2 \quad (5.7)$$

Множитель 1.5, на который умножается $P_{дин}$ (формула 5.1), обеспечивает требуемый запас усталостной прочности пружины.

Диаметр стального прутка пружины определяется по формуле:

$$\alpha = 1.6 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot P_1 \cdot \varepsilon}{[\tau]}}, \quad [м], \quad (5.8)$$

где k - коэффициент, учитывающий добавочное напряжение среза (рис.5.1), возникающее в точках сечения прутка, расположенных ближе всего к оси пружины;

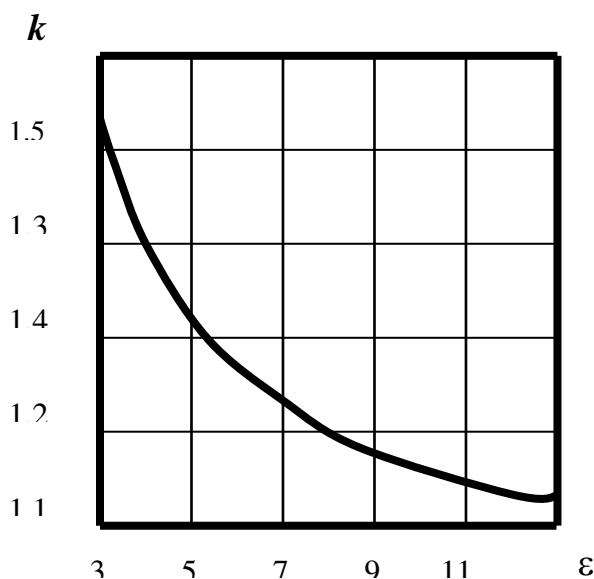


Рис. 5.1 График выбора коэффициента k
 ε - индекс пружины:

$$\varepsilon = \frac{D}{d} \cong 4 \div 10, \quad (5.9)$$

где D - средний диаметр пружины, m ;

d - диаметр проволоки, m ;

$[\tau]$ - допускаемое напряжение сдвига при кручении, H/m (табл. 5.1).

Число рабочих витков пружины:

$$i_1 = \frac{G \cdot d}{8 \cdot k_{z1} \cdot \varepsilon^3}, \quad (5.10)$$

где G - модуль сдвига материала пружины, H/m^2 (табл. 5.1)

Общее количество витков пружины:

$$i = i_1 + i_2, \quad (5.11)$$

где i_2 - число нерабочих витков пружины (при $i_1 > 7 \rightarrow i_2 = 2.5$,
 при $i_1 < 7 \rightarrow i_2 = 1.5$).

Высота ненагруженной пружины:

$$H_0 \leq 2 \cdot D \quad (5.12)$$

Эффективность виброизоляции:

$$\Delta h = 40 \cdot \lg \frac{f_{\varepsilon}}{f_{0z}}, [\text{дБ}], \quad (5.13)$$

Выбор готовой пружины, выпускаемой промышленностью.

Проверочный расчет выбранной пружины осуществляется по следующей схеме:

Определяется максимально допустимая статическая нагрузка:

$$[P_{cm}] = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot [\tau]}{8 \cdot k \cdot D} - 1.5 \cdot P_{дин} \quad (5.14)$$

Определяется жесткость пружины в вертикальном направлении:

$$k_{z1} = \frac{G \cdot d}{8 \cdot \varepsilon^3 \cdot i} \quad (5.15)$$

Находится число пружин из условия:

$$\frac{Q}{[P_{cm}]} \leq n \leq \frac{k_z}{k_{z1}}, \quad (5.16)$$

где Q - вес машины, H ;

k_z - жесткость всех амортизаторов.

Установка машин на пружинные амортизаторы более эффективна, чем на резиновые, так как обеспечивает более низкие собственные частоты колебаний вибрирующего механизма.

Следует располагать центр жесткости виброизоляторов на одной вертикали с центром тяжести массы машины, установленной на специальное основание.

Таблица 5.1

Допускаемые напряжения для пружинных сталей

| Сталь | | Модуль сдвига $H/m^2 \cdot 10^{10}$ | Допускаемые напряжения | | Назначение |
|------------------------------------|-------|---|---------------------------|--------------------|--|
| Группа | Марка | | Режим работы | $H/m^2 \cdot 10^8$ | |
| Углеродистая | 70 | 7.83 | Легкий | 4.11 | Для пружин с относительно низкими напряжениями при диаметре проволоки менее 8 мм |
| | | | Средний | 3.73 | |
| | | | Тяжелый | 2.47 | |
| Хромованадиевая закаленная в масле | 50ХФА | 7.7 | Легкий | 5.49 | Для пружин, воспринимающих динамическую нагрузку, при диаметре прутка не менее 12.5 мм |
| | | | Средний | 4.90 | |
| | | | Тяжелый | 3.92 | |
| | | | Средний | 4.41 | |
| | | | Тяжелый | 3.43 | |

5.2. Резиновые амортизаторы

Недостатком резиновых амортизаторов является их недолговечность, так как они со временем становятся жестче и через 5...7 лет их необходимо заменять. Кроме того, с их помощью нельзя получить очень низкие собственные частоты колебаний системы, которые необходимы для тихоходных агрегатов, из-за неизбежной в этом случае перегрузки прокладок, значительно сокращающих срок их службы.

Выбирается резина с динамическим модулем упругости $E_{дин}$ (табл.5.2).

Исходя из конструктивных особенностей машины, задаются числом амортизаторов n .

Находится поперечный размер A виброизолятора квадратного сечения:

$$A = \sqrt{\frac{Q}{n \cdot [\sigma]_{сж}}}, [м] \quad (5.17)$$

где Q - вес машины, H ;

$[\sigma]_{сж}$ - расчетное напряжение сжатия в резине, $Н/м^2$ (табл.5.2)

Полная высота резинового амортизатора определяется из условия:

$$H \geq \frac{A}{4} \quad (5.18)$$

Следует помнить, что широкие амортизаторы с малой высотой H нежелательны, так как они имеют чрезмерную жесткость. Поэтому часто подстилаемые под вибрирующие механизмы резиновые коврики практически неэффективны. Если же по конструктивным соображениям все же придется выбирать широкие листы амортизаторов, последние необходимо делать перфорированными или рифлеными.

Определяется рабочая высота амортизатора:

$$H_1 = H - \frac{A}{8} \quad (5.19)$$

Рассчитывается жесткость одного резинового амортизатора в вертикальном направлении:

$$k_{z1} = \frac{E_{дин} \cdot S_1}{H_1}, \quad (5.20)$$

где $E_{дин}$ - динамический модуль сдвига, $H/м^2$;

S_1 - площадь поперечного сечения одного виброизолятора, $м^2$.

Определяется частота собственных вертикальных колебаний виброизолируемой машины:

$$f_{0z} = \frac{1}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot \beta^2 \cdot g^2 \cdot E_{дин}^2 \cdot n^2}{(8 - \beta)^2 \cdot Q \cdot [\sigma]_{сж}}}, \quad (5.21)$$

где $\beta = \frac{A}{H}$ - отношение поперечного сечения амортизатора к полной ее высоте;

g - ускорение свободного падения, $м/с^2$

Полученную величину f_{0z} сравнивают с ее требуемым значением:

$$f_{0z} = \frac{f_{\epsilon}}{\Psi_z}, \quad (5.22)$$

где f_{ϵ} - частота возмущающей силы, $Гц$;

Ψ_z - коэффициент отношения частоты возмущающей силы к частоте собственных колебаний (рекомендуемая величина $\Psi_z \geq 3$).

Если эти значения не сходятся, то в расчет резиновых амортизаторов вносят соответствующие изменения:

а) выбирают тип резины с меньшим динамическим модулем упругости;

б) в допустимых пределах увеличивают статическое напряжение в резине;

в) увеличивают вес машины присоединением к ней бетонного основания;

г) переходят на другие виды амортизаторов, например, стальные или комбинированные.

Данная методика применима не только к резиновым, но и другим упругим материалам, у которых так же, как и у резины, коэффициент Пуассона близок к 0.5. Для материалов, у которых $\mu <$

0.5, в расчете необходимо принимать вместо рабочей высоты H_1 полную высоту амортизатора H .

Определяется граничная частота:

$$f_{zp} = 1.41 \cdot f_{0z} \quad (5.23)$$

На резонансной частоте понижается виброизолирующая способность амортизаторов. Чем выше частота по сравнению с f_{zp} , тем эффективнее влияние прокладок.

Определяется эффективность прокладок или снижение уровня вибрации:

На частотах выше граничной эффективность ΔL определяется:

$$\Delta L = 40 \cdot \lg \frac{f_n}{f_{zp}}, \quad (5.24)$$

где f_n - текущая частота, Гц.

Таблица 5.2

Характеристики виброизолирующих материалов

| Марка резины | Динамический модуль упругости $E \times 10^5, \text{Н/м}^2$ | Допустимое напряжение на сжатие $[\sigma]_{сж} \times 10^5, \text{Н/м}^2$ |
|--------------|---|---|
| 56 | 36 | 4.2 |
| 112А | 43 | 1.71 |
| 93 | 59.5 | 2.4 |
| КР-107 | 41 | 2.94 |
| ИРП-1347 | 39.3 | 4.4 |
| 2566 | 24.5 | 0.98 |

6. Расчёт защитного заземления

Для предотвращения поражений человека электрическим током при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся в результате аварии под напряжением, применяют различные меры защиты: защитное заземление, зануление, защитное отключение, выравнивание потенциалов и др.

В сетях с напряжением до 1 кВ с изолированной нейтралью применяется защитное заземление.

Защитное заземление - это соединение корпуса оборудования с землёй через малое по величине сопротивление (4 - 10 Ом). При пробое фазы на корпус сравниваются потенциалы оборудования $\phi_{об}$ и основания $\phi_{осн}$, а $U_{пр}$ и ток через человека становятся меньше.

Расчёт защитного заземления может выполняться по допустимому сопротивлению заземляющего устройства R_3 или по допустимым напряжениям прикосновения и шага $U_{пр}$ и $U_{ш}$.

Допустимые значения сопротивления заземляющих устройств согласно "Правил устройства электроустановок" следующие:

- Для установок до 1000 В

$R_3 = 4 \text{ Ом}$ - если суммарная мощность источников тока, питающих сеть более 100 кВт.

$R_3 = 10 \text{ Ом}$ - во всех остальных случаях.

- Для установок выше 1000 В

$R_3 = \frac{250}{I_3} \leq 10 \text{ Ом}$ - в сетях с номинальным напряжением 6, 35 кВ с

изолированной нейтралью при малых токах заземления (менее 500 А) при условии использовании заземляющих устройств только для электроустановок напряжением выше 1000 В.

$R_3 = \frac{125}{I_3} \leq 10 \text{ Ом}$ - то же в сетях с номинальным напряжением 6, 35

кВ с изолированной нейтралью и малыми токами заземления, но с использованием заземляющих устройств одновременно и для электроустановок напряжением до 1000 В.

$R_3 = 0,5 \text{ Ом}$ - в сетях напряжением 110 кВ и выше с эффективно заземлённой нейтралью при больших токах замыкания (более 500 А).

Ток замыкания на землю I_3 в установках напряжением более 1000 В без компенсации ёмкостных токов определяется из выражения

$$I_3 = \frac{U}{350} (35l_{К.Л.} + l_{В.Л.}), \text{ А} \quad (6.1)$$

где U – линейное напряжение сети, кВ;

$l_{К.Л.}$ - длина кабельных линий, км;

$l_{В.Л.}$ - длина воздушных линий, км.

В установках напряжением более 1000 В без компенсации ёмкостных составляющих ток замыкания на землю принимается равным $I_3 = 1,25 \cdot I_{НОМ}$, А

$I_{НОМ}$ - номинальный ток потребителей сети.

Порядок расчёта одиночных искусственных заземлений

1. Определить допустимое сопротивление заземляющего устройства - R_3 .

2. Принять тип заземлителя, который может быть выполнен из стальных стержней диаметром $d = 12 \div 20$ мм и длиной $l = 5 \div 10$ м, из стальных труб $d = 25 \div 50$ мм и $l = 2,5 \div 5$ м, из стальной полосы шириной $b = 20 \div 40$ мм и длиной 15, 25, 50 м. Расстояние между одиночными вертикальными заземлителями принимается $a = 1 \div 5$ м, глубина заложения заземлителей принимается $H_0 = 0,5 \div 0,8$ м.

3. Определить величину удельного сопротивления грунта $\rho_{ГР}$ по табл. 6.1.

4. Определить общее сопротивление одиночных заземлителей.

- для вертикальных заглублённых в грунте по формуле:

$$R_{ОБ} = \frac{\rho_{ГР}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H + l}{4H - l} \right), \text{ Ом}, \quad (6.2)$$

где l , d и H – длина, диаметр и глубина заложения середины электрода от поверхности грунта, м, определяемая по формуле

$$H = H_0 + \frac{1}{2}l, \text{ м}.$$

- для горизонтальных полос, заглубленных в грунте, по формуле

$$R_{об} = \frac{\rho_{гр}}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{b \cdot H_0}, \text{ Ом}, \quad (6.3.)$$

где l , b и H_0 - длина, ширина и глубина заложения полосы в грунте, м, показанные на рисунке 6.1.

Если общее сопротивление $R_{об}$ меньше или равно допустимому сопротивлению R , то принимаем один заземлитель.

Если общее сопротивление $R_{об}$ больше допустимого сопротивления R , то необходимо принять несколько заземлителей.

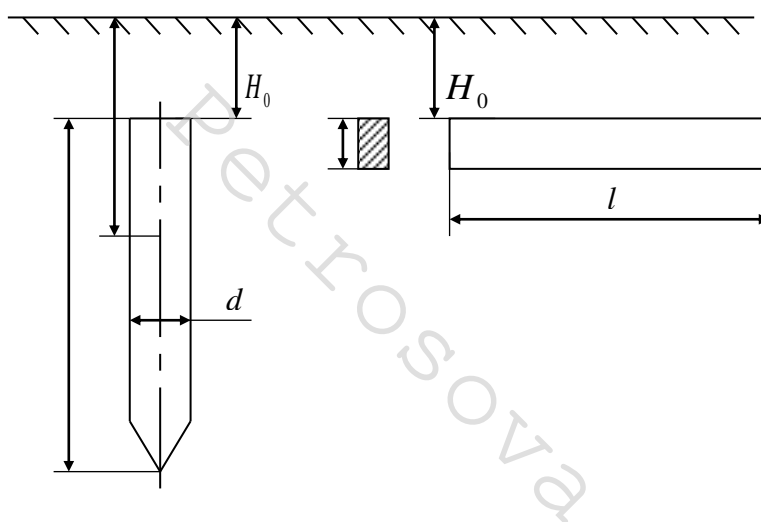


Рис. 6.1. Схема расположения электродов защитного заземления в грунте

5. Определить количество заземлителей по формуле

- для вертикальных заземлителей, заглубленных в грунте

$$n = \frac{R_{об}}{R \cdot \eta_B}, \text{ шт} \quad (6.4)$$

где η_B - коэффициент использования вертикальных заземлителей, определяемый из таблицы 6.2.

- для горизонтальных полосовых заземлителей, заглубленных в грунте

$$n = \frac{R_{OB}}{R \cdot \eta_{\Gamma}}, \text{ шт} \quad (6.5)$$

где η_{Γ} - коэффициент использования уложенных полос, определяемый из таблицы 6.3.

6. Определить сопротивление соединительной полосы заземлителей в грунте по формуле

$$R_{ПОЛ} = \frac{\rho_{\text{гр}}}{2\pi l_{ПОЛ}} \ln \frac{2l_{ПОЛ}^2}{b \cdot H_0}, \text{ Ом} \quad (6.6)$$

Здесь $l_{ПОЛ}$, b и H_0 - см. рис. 6.1

$l_{ПОЛ} = 1,05 \cdot a \cdot (n - 1)$ - при расположении заземлителей в ряд

a - расстояние между заземлителями, принимаемое по табл. 6.2

n - количество заземлителей, принимаемое из расчёта.

7. Определить общее сопротивление заземляющего устройства (заземлителей и соединительных полос) по формуле

$$R_{\text{общ}} = \frac{R_{OB} \cdot R_{ПОЛ}}{R_{OB} \cdot \eta_{ПОЛ} + R_{ПОЛ} \cdot \eta_{B,\Gamma} \cdot n}, \text{ Ом} \quad (6.7)$$

где $\eta_{ПОЛ}$ - коэффициент использования соединительной полосы, определяется по табл. 6.3.

$\eta_{B,\Gamma}$ - коэффициент использования заземлителей. Если полученное значение полного сопротивления защитного заземления значительно меньше (в два и более раз) допустимого сопротивления $R_{\Pi} \ll R$ необходимо уменьшить количество заземлителей, или изменить их размеры, или выбрать грунт с большим удельным сопротивлением.

Таблица 6.1.

Приближённые значения удельных электрических сопротивлений различных грунтов и воды

| Грунт, вода | Возможные пределы колебаний, Ом.м |
|-------------|-----------------------------------|
| Глина | 8 – 70 |
| Суглинок | 40 - 150 |
| Песок | 400 – 700 |
| Супесок | 150 – 400 |
| Чернозём | 9 – 63 |
| Каменистый | 500 – 800 |
| Скалистый | $10^4 - 10^7$ |
| Вода речная | 10 - 100 |

Таблица 6.2

Коэффициенты использования η_e горизонтального полосового электрода, соединяющего вертикальные электроды

| a/l | Количество вертикальных электродов | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 100 |
| при расположении электродов в ряд | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0,85 | 0,77 | 0,72 | 0,67 | 0,62 | 0,42 | 0,31 | – | – | – | – | – |
| 2 | 0,94 | 0,89 | 0,84 | 0,79 | 0,75 | 0,56 | 0,46 | – | – | – | – | – |
| 3 | 0,96 | 0,92 | 0,88 | 0,85 | 0,82 | 0,68 | 0,58 | – | – | – | – | – |
| при расположении электродов по контуру | | | | | | | | | | | | |
| 1 | – | 0,45 | 0,40 | 0,36 | 0,34 | 0,27 | 0,24 | 0,22 | 0,21 | 0,20 | 0,20 | 0,19 |
| 2 | – | 0,55 | 0,48 | 0,43 | 0,40 | 0,32 | 0,30 | 0,29 | 0,28 | 0,27 | 0,26 | 0,23 |
| 3 | – | 0,70 | 0,64 | 0,60 | 0,56 | 0,45 | 0,41 | 0,39 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,33 |

Таблица 6.3.

Коэффициенты использования η_e вертикальных электродов
без учета влияния полосы связи и их количества n

| a/l | При размещении в ряд | | | При размещении по контуру | | |
|-------|----------------------|-----|------------|---------------------------|-----|------------|
| | η_e | n | $\eta_e n$ | η_e | n | $\eta_e n$ |
| 1 | 0,85 | 2,0 | 1,70 | 0,69 | 4,0 | 2,76 |
| | 0,78 | 3,0 | 2,34 2,92 | 0,61 | 6,0 | 3,66 |
| | 0,73 | 4,0 | 3,50 | 0,55 | 10 | 5,50 |
| | 0,70 | 5,0 | 3,90 | 0,47 | 20 | 9,40 |
| | 0,65 | 6,0 | 5,90 8,10 | 0,41 | 40 | 16,4 |
| | 0,59 | 10 | 9,60 | 0,39 | 60 | 23,4 |
| | 0,54 | 15 | | 0,36 | 100 | 36,0 |
| | 0,48 | 20 | | — | — | — |
| 2 | 0,91 | 2,0 | 1,82 | 0,78 | 4,0 | 3,12 |
| | 0,87 | 3,0 | 2,61 | 0,73 | 6,0 | 4,38 |
| | 0,83 | 4,0 | 3,32 | 0,68 | 10 | 6,80 |
| | 0,81 | 5,0 | 4,05 | 0,63 | 20 | 12,6 |
| | 0,77 | 6,0 | 4,62 | 0,58 | 40 | 23,2 |
| | 0,74 | 10 | 7,40 | 0,55 | 60 | 33,0 |
| | 0,70 | 15 | 10,50 | 0,52 | 100 | 52,0 |
| | 0,67 | 20 | 13,40 | — | — | — |

Литература

1. Закон Республики Узбекистан «Об охране труда». (№ЗРУ-410 от 22.09.2016).
2. Юнусов Б.Х., Парсегова Л.Г, Феофанов В.Н и др.- Руководство по охране труда на предприятиях. Фергана, 2004.
3. Белов В.С. Охрана окружающей среды. Уч. пособие. -М.:2009.
4. КМК 2. 01.05-98 РУз. Естественное, искусственное освещение.
5. Межгосударственный стандарт 12.1.005-88. ССБТ "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху.1999.
6. Белов В.С. Безопасность жизнедеятельности. Уч. пособие. - М.:2002. 425с.
7. СанПиН N 0046-95"Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений.
8. Петросова Л.И., Расулев А.Х. Охрана труда. Методическое пособие. Ташкент. ТашГТУ. 2015.
9. Фролов А. В., Бакаева Т. Н. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда : учеб. пособие для вузов. — Изд. 2-е,— Ростов н/Д.: Феникс, 2012.
10. Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах. СанПиН РУз № 0325-16.
11. КМК 2.01.08-96 "Защита от шума".
12. Петросова Л.И., Расулев А.Х. Расулева М.О. Безопасность жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. Ташкент. ТашГТУ. 2012.
13. КМК 2.04.05-97" Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха".
14. СанПин № 0141-03 «Гигиеническая классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса»
15. Санитарные правила и нормы при работе на персональных компьютерах, видеодисплейных терминалах и оргтехнике (СанПиН РУз N 0224-07).
16. Попспирова Н.М., Домуладжанов И.Х. Безопасность в процессе производственной деятельности. Уч. пособие - Фергана:Техника, 2003

17. Челноков, А. А. Охрана труда: учебник / А. А. Челноков, И. Н. Жмыхов, В. Н. Цап; под общ. ред. А. А. Челнокова. – Минск: Выш. шк., 2011. – 671 с.
18. Гармаза, А. К. Охрана труда: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / А. К. Гармаза, И. Т. Ермак, Б. Р. Ладик. – Минск: БГТУ, 2010. – 366 с.
19. Ziynet.uz – образовательный портал Узбекистана
20. Lex.uz – Национальная база законодательств Республики Узбекистан.
21. www.ohranatruda.ru

Petrosova

ПРИЛОЖЕНИЕ

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**

КАФЕДРА «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине

ТЕМА:

Студента ____ курса специальности

(Фамилия, имя, отчество)

Номер варианта _____

Группа _____

Работу проверил преподаватель _____

(Фамилия, имя, отчество)

_____ « ____ » _____ 202 г. _____

(оценка) (дата) (подпись)

Ташкент, 202 ..г

Содержание

| | |
|--|-----------|
| Введение..... | 3 |
| Цель курсового проекта..... | 4 |
| Перечень тем курсового проекта..... | 10 |
| ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ | |
| 1. Расчет естественного освещения..... | 14 |
| 2. Расчет искусственного освещения..... | 21 |
| 3. Расчет систем вентиляции..... | 30 |
| 3.1. Расчет воздухообмена в производственном помеще- щении..... | 34 |
| 4. Определение уровня шума в производственных помеще- ниях..... | 55 |
| 5. Расчет виброизоляции..... | 62 |
| 5.1. Пружинные амортизаторы..... | 62 |
| 5.2. Резиновые амортизаторы..... | 66 |
| 6. Расчёт защитного заземления..... | 69 |
| Литература..... | 75 |
| Приложение..... | 77 |

Редактор

Ахметжанова Г.М.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Petrosova

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Petrosova