Минобрнауки России

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования   
«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»

**Домашнее задание по дисциплине**

**«БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»**

**на тему «Анализ БЖД на участке настройки и регулировки радиоэлектронной аппаратуры»**

Вариант 20

Выполнил ст. гр. ПИН-22 Тюльников Михаил Сергеевич

Проверил: ст. преп. каф. ПЭ Никулина И.М.

2020 г.

Оглавление

[**Анализ** 2](#_Toc71542846)

[**1.** **Декомпозиция анализируемых объектов.** 2](#_Toc71542847)

[**2.** **Составление перечня факторов обитаемости.** 3](#_Toc71542848)

[**3.** **Количественная и качественная оценка факторов обитаемости.** 3](#_Toc71542849)

[**4.** **Сравнение результатов оценки факторов с нормами и допустимыми значениями с целью выявления опасных и вредных производственных факторов.** 3](#_Toc71542850)

[**5.** **Общая оценка условий жизнедеятельности или труда.** 4](#_Toc71542851)

[**6.** **Выбор принципов и методов (А, Б, В, Г), разработка мероприятий, выбор и расчет средств защиты работающих от опасных и вредных факторов согласно составленному перечню.** 6](#_Toc71542852)

[**Кондиционирование воздуха, схемы и расчет.** 7](#_Toc71542853)

[**Введение** 7](#_Toc71542854)

[**Классификация систем кондиционирования воздуха** 8](#_Toc71542855)

[**Принципиальная схема прямоточной системы кондиционирования воздуха** 8](#_Toc71542856)

[**Принципиальная схема рециркуляционные системы кондиционирования воздуха** 10](#_Toc71542857)

[**Расчётных параметров наружного и внутреннего воздуха** 11](#_Toc71542858)

[**Расчёт теплопоступлений в помещение** 12](#_Toc71542859)

[**Расчёт тепловых потерь помещением** 13](#_Toc71542860)

[**Расчет избыточной теплоты в помещении** 14](#_Toc71542861)

[**Расчет воздухообмена в помещении** 14](#_Toc71542862)

[**Составление схемы воздухораспределения** 15](#_Toc71542863)

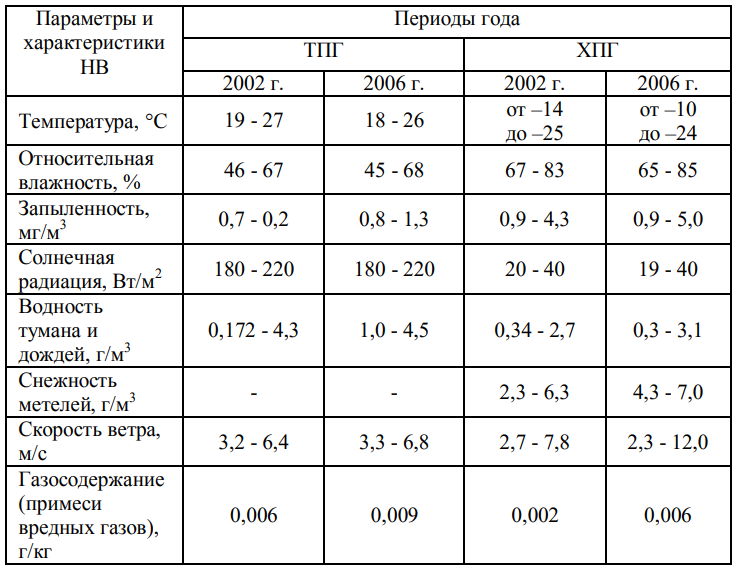
[**Задача** 15](#_Toc71542864)

[**Список литературы** 16](#_Toc71542865)

# **Анализ**

## **Декомпозиция анализируемых объектов.**

* 1. Предмет труда (исходные материалы) – Собранная РЭА (Радиоэлектронная аппаратура).
  2. Средства труда – завод, сборочный цех, источник питания, осциллограф, генератор СВЧ-сигнала, ваттметр, паяльник, припой ПОС-61 и т.д.
  3. Продукт труда, полуфабрикаты – РЭА, готовая к отправке на участок контроля (после наладки) или к отправке на склад (после контроля).
  4. Анализ технологического процесса:
     1. Учет поступающей РЭА;
     2. Диагностика неисправностей;
     3. Устранение неисправностей;
     4. Учет готовой РЭА;
     5. Контроль внешнего вида на соответствие КД (Конструкторской документации);
     6. Контроль электробезопасности на тестовом оборудовании.
  5. Производственная среда – помещение с установленными параметрами микроклимата, запыленности, аэродинамических и шумовых характеристик, освещенности и теплового режима рабочих мест, пожаровзрывоопасности производства и безопасности работы электроустановок.
  6. Природно-климатическая среда - средняя полоса России, г. Зеленоград. Характеристики и параметры наружного воздуха (НВ) по данным метеостанций (г. Истра, г. Дмитров, г. Клин, Лосиный остров):



* 1. Флора и фауна - требования к помещению и технологическому процессу исключают наличие представителей флоры и фауны на рабочем месте и в помещении в целом.
  2. Люди - к самостоятельному выполнению работ, связанных с регулировкой аппаратуры, допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, обучение и аттестацию на право работ по регулировке радиоаппаратуры, инструктаж по технике безопасности с отметкой в журнале инструктажа, имеющие 1 квалификационную группу по электробезопасности.

## **Составление перечня факторов обитаемости.**

* 1. Физические факторы:
     1. Электроопасность;
     2. Пожароопасность;
     3. ЭМИ;
     4. Нерациональное освещение;
     5. Микроклимат;
     6. Шум.
  2. Химические факторы:
     1. Свинец Pb (ПОС-61 - свинцовосодержащий припой) - сильный яд, действующий на все органы и системы человека, нарушает большинство процессов - I класс опасности;
     2. Канифоль C16H29COOH - раздражает кожу, возможна бронхиальная астма, склонна к тепловому самовозгоранию. Аэрогель пожароопасен - IV класс опасности;
     3. Этиловый спирт C2H5OH (этанол) - наркотик, при длительном воздействии вызывает тяжелые заболевания всех систем организма - IV класс опасности.
  3. Биологические факторы - вирусы, бактерии, грибки, разносчиками которых могут быть люди, работающие в производственном помещении.
  4. Психофизиологические факторы:
     1. Повышенная напряженность (значительная длительность сосредоточенного внимания);
     2. Статические физические перегрузки (неудобное положение тела, статичность позы);
     3. Перенапряжение зрительных анализаторов (работа с микроскопом);
     4. Перенапряжение зрительных анализаторов (работа с микроскопом).

## **Количественная и качественная оценка факторов обитаемости.**

Отсутствует возможность провести непосредственные измерения приборами для количественной и качественной оценки.

## **Сравнение результатов оценки факторов с нормами и допустимыми значениями с целью выявления опасных и вредных производственных факторов.**

* 1. Согласно СаНПиН 2.2.4/2.1.8055-96 электромагнитные поля в диапазоне частот 300 МГц - 300 ГГц оцениваются по поверхностной плотности потока энергии (ППЭ) и создаваемой им энергетической нагрузке (ЭН). Допустимая ППЭ не должна превышать 200,0 мкВт/см2.
  2. Согласно ГОСТ Р 50766-95 максимальное число частиц в 1дм3 (литре) воздуха размером 0,5 мкм не должно превышать 3520. Параметры микроклимата должны соответствовать значениям:
     1. ;
     2. ;
     3. ;
     4. ;
     5. . Избытки явного тепла не должны превышать 23 Дж/м3;
     6. Минимально необходимый уровень ионизации; , максимально допустимый уровень ионизации ; , где - число ионов в 1 см3 воздуха.
  3. Согласно ГОСТ 12.1.007-76 концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должны превышать :
     1. (Pb) = 0,01 мг/м3;
     2. (С2H5OH) = 1000 мг/м3;
  4. Согласно ГОСТ 12.1.038-82 ток промышленной частоты 50 Гц: 0,5 - 1,5 мА - пороговый ощутимый; 10 - 15 мА - пороговый не отпускающий; 100 мА - смертельно опасный.
  5. Согласно ГОСТ 12.1.004-91 допустимый уровень пожарной опасности для людей должен быть не более 10-6 воздействия опасных факторов пожара, превышающих допустимые значения в год, в расчете на человека (открытое пламя, повышенная температура, токсические продукты горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода и т.д.).
  6. Согласно ГОСТ 12.1.003-83 уровень шума на участках точной сборки не должен превышать 65 дБ.
  7. Согласно СНиП 23-05-95 для большей контрастности поверхности, регулируемой и регулировочной аппаратуры при светлом или темном фоне, а также для выполнения работ высокой точности, наименьший уровень освещения должен быть равен:
     1. При искусственном освещении:
        1. = 150 лк (при общем освещении).
        2. = 500 лк (при комбинированном освещении).
     2. Так как в ЧПП класса 100000 допускается использование естественного освещения, то
        1. = 1,6/2,0 (при боковом освещении).
        2. = 5 (при верхнем или комбинированном освещении).
     3. При совмещенном освещении:
     4. = 0,7 - 1,2 (при боковом освещении).
     5. = 2 - 3 (при верхнем или комбинированном освещении).

## **Общая оценка условий жизнедеятельности или труда.**

* 1. Оценка категории тяжести и напряженности труда.
     1. По тяжести труда оценивается труд регулировщика радиоэлектронной аппаратуры как оптимальный (работы производятся сидя, не требуют систематического физического напряжения, поднятия и переноски тяжестей).
     2. По напряженности проводится оценка по 21 показателю и результаты заносятся в протокол.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели напряженности труда (см. табл.П5 | Класс условий труда | | | | |
| 1 | 2 | 3.1 | 3.2 | 3.3 |
| 1. Интеллектуальные нагрузки | | | | | |
| 1.1 |  | + |  |  |  |
| 1.2 |  |  | + |  |  |
| 1.3 |  | + |  |  |  |
| 1.4 |  | + |  |  |  |
| 2. Сенсорные нагрузки | | | | | |
| 2.1 |  | + |  |  |  |
| 2.2 | + |  |  |  |  |
| 2.3 | + |  |  |  |  |
| 2.4 |  | + |  |  |  |
| 2.5 | + |  |  |  |  |
| 2.6 |  | + |  |  |  |
| 3. Эмоциональные нагрузки | | | | | |
| 3.1 | + |  |  |  |  |
| 3.2 | + |  |  |  |  |
| 3.3 | + |  |  |  |  |
| 4. Монотонность нагрузок | | | | | |
| 4.1 |  |  | + |  |  |
| 4.2 |  |  | + |  |  |
| 4.3 |  | + |  |  |  |
| 4.4 |  | + |  |  |  |
| 5. Режим работы | | | | | |
| 5.1 |  | + |  |  |  |
| 5.2 | + |  |  |  |  |
| 5.3 | + |  |  |  |  |
| **Количество показателей в каждом классе** | 8 | 9 | 3 |  |  |
| **Общая оценка напряженности труда** |  | + |  |  |  |

По напряженности труда оценивается труд регулировщика радиоэлектронной аппаратуры как допустимый, т.к. только 3 показателя отнесены к классу 3.1 (т.е. менее 5), а остальные показатели имеют оценку 1 и 2 классов.

* 1. Гигиеническая оценка условий труда - выполнение п. 3 и 4 анализа БЖД и сравнение полученных результатов показало, что фактические значения уровней вредных факторов находятся в пределах оптимальных и допустимых величин.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Факторы | Класс условий труда | | | | | | |
| 1 | 2 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 4 |
| Химический | + |  |  |  |  |  |  |
| Биологический | + |  |  |  |  |  |  |
| Аэрозоли ПФД | + |  |  |  |  |  |  |
| Акустические:  - шум  - инфразвук  - ультразвук  - воздушный | + | +  +  + |  |  |  |  |  |
| Вибрация общая | + |  |  |  |  |  |  |
| Вибрация локальная | + |  |  |  |  |  |  |
| УЗ контактный | + |  |  |  |  |  |  |
| Неионизирующие излучения |  | + |  |  |  |  |  |
| Ионизирующие излучения | + |  |  |  |  |  |  |
| Микроклимат | + |  |  |  |  |  |  |
| Освещение | + |  |  |  |  |  |  |
| Тяжесть труда |  | + |  |  |  |  |  |
| Напряженность труда |  | + |  |  |  |  |  |
| **Общая оценка условий труда** |  | + |  |  |  |  |  |

Следовательно, условия труда соответствуют гигиеническим требованиям и относятся ко 2 (допустимому) классу.

* 1. Общая оценка условий труда устанавливается по наиболее высокому классу и степени вредности. Оцениваются условия труда регулировщика радиоэлектронной аппаратуры как допустимые.

## **Выбор принципов и методов (А, Б, В, Г), разработка мероприятий, выбор и расчет средств защиты работающих от опасных и вредных факторов согласно составленному перечню.**

* 1. Для защиты регулировщика радиоэлектронной аппаратуры от вредных и опасных факторов необходимо воспользоваться Г-методом (комбинация мероприятий Б- и В-методов).
  2. Принципы улучшения условий труда перечисляются по группам.
     1. Технические принципы:
        1. Производственное помещение должно быть оборудовано системами кондиционирования и обеспыливания воздуха;
        2. Очистка воздух должна быть с двухступенчатой фильтрацией: 1 ступень на входе в кондиционер (применяются сухие пористые рулонные, ячейковые и электрические фильтры); 2 ступень - непосредственно перед воздухораздаточными устройствами производственного помещения;
        3. Необходимо обеспечить герметизацию производственного помещения на воздухопыленепроницаемость, максимальную защиту от теплопоступлений летом и теплопотерь зимой;
        4. Запрещается производить в ЧПП ручную пайку паяльниками без местных отсосов, обеспечивающих полное удаление аэрозоли из зоны пайки;
        5. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха должны быть оборудованы звуко- и вибропоглощающими устройствами;
        6. Настройку и регулировку следует проводить в экранированных комнатах с применением СИЗ (защитные очки и спецодежда из радиозащитной ткани);
        7. Все электрооборудование напряжением более 36 В должно быть заземлено, общие сопротивления заземленных проводов и защитного контура заземления предприятия не должно превышать 4 Ом;
        8. Освещение на рабочем месте должно быть совмещенным: наличие естественного освещения предотвратит наступление светового голодания, ухудшения самочувствия и снижения работоспособности; наличие искусственного освещения позволит обеспечить необходимую освещенность на рабочем месте в тех случаях, когда недостаточно или отсутствует естественное освещение.
     2. Организационные принципы:
        1. К самостоятельному выполнению работ, связанных с регулировкой аппаратуры, допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, обучение и аттестацию на право работ по регулировке радиоаппаратуры, инструктаж по технике безопасности с отметкой в журнале инструктажа), имеющие III квалификационную группу по электробезопасности;
        2. Рабочие должны хорошо знать порядок работы по регулировке радиоаппаратуры, опасные моменты и способы их предупреждения; профессиональные вредности, возникающие при работе, и методы борьбы с ними; меры оказания первой помощи при ожогах, поражениях электрическим током и других несчастных случаях; противопожарные инструкции, первичные средства пожаротушения и пользование ими;
        3. Рабочий может выполнять только ту работу, которая ему поручена, и при условии, что способы безопасного выполнения ее им усвоены;
        4. Необходимо соблюдать требования электронной гигиены на рабочем месте;
        5. Необходимо соблюдать режим труда и отдыха, так как работа регулировщика часто связана с неудобным положением тела, отличается монотонностью, значительной длительностью сосредоточенного внимания.
     3. Эргономические принципы:
        1. Рабочие места и оборудование по своим параметрам должны соответствовать современным требованиям эргономики;
        2. Окраска рабочей зоны должна решаться с учетом создания цветовых контрастов между зоной, оборудованием и деталями, а также с учетом воздействия на психику человека, на его эстетическое восприятие.
     4. Экономические принципы: поощрение работодателей за улучшение условий труда и сохранение здоровья трудящихся.

# **Кондиционирование воздуха, схемы и расчет.**

## **Введение**

Под кондиционированием воздуха понимается создание и автоматическое поддержание в закрытых помещениях и сооружениях основных параметров воздушной среды: температуры, влажности, давления, чистоты, газового и ионного состава, наличия запахов и скорости движения воздуха.

Комплекс технических средств, осуществляющих требуемую обработку воздуха (фильтрацию, подогрев, охлаждение, осушку и увлажнение), транспортирование его и распределение в обслуживаемых помещениях, устройства для глушения шума, вызываемого работой оборудования, источники тепло- и хладоснабжения, средства автоматического регулирования и управления, а также вспомогательное оборудование составляют систему кондиционирования воздуха.

Устройство, в котором осуществляется термовлажностная обработка воздуха и его отчистка, называется кондиционером. Установки кондиционирования воздуха обеспечивают в помещениях необходимый микроклимат для создания условий комфорта и нормального протекания технологического процесса.

В общем случае расчёт систем кондиционирования воздуха производится на основе избыточных тепловыделений, влаговыделений, содержания вредных газов или пыли. В настоящем пособии рассматривается вариант расчёта, основанный только на избыточных тепловыделениях.

Обеспечение требуемых параметров воздушной среды помещений различного назначения регламентируется соответствующими строительными нормами и правилами (СНиП), техническими условиями (ТУ) и другими нормативными документами.

## **Классификация систем кондиционирования воздуха**

Системы кондиционирования воздуха по назначению можно подразделить на комфортные, технологические и комфортно-технологические. В первом случае обеспечиваются нормируемые параметры воздушной среды для человека, во втором случае – параметры технологического процесса, третьем случае предполагается обеспечение нормируемых параметров технологического процесса в условиях постоянного пребывания обслуживающего персонала.

По принципу централизации их функций системы кондиционирования разделяются на центральные, местные, неавтономные и автономные.

В центральных системах источники холода и теплоты централизованы. Распределение воздуха по отдельным помещениям производится с помощью разветвлённых сетей воздуховодов.

Местные неавтономные системы имеют централизованные источники холода и теплоты. Обработка воздуха производится в местных кондиционерах, которые располагают непосредственно в обслуживаемых ими помещениях. В этом случае система распределительных воздуховодов отсутствует. Питание местных неавтономных кондиционеров теплоносителем и хладоносителем производится с помощью трубопроводов, с центральными источниками теплоты и холода.

Автономные системы отличаются тем, что в каждом кондиционируемом помещении устанавливаются автономные кондиционеры с индивидуальными, встроенными в общий корпус кондиционера, холодильными машинами. Кроме перечисленных систем возможны и другие устройства кондиционирования воздуха.

По режиму работы кондиционеры подразделяются на круглогодичные, поддерживающие требуемые параметры воздуха в течение всего года, и сезонные, осуществляющие для холодного периода нагрев и увлажнение воздуха, а для тёплого периода – охлаждение и осушение воздуха.

По давлению, развиваемому вентилятором, различают системы кондиционирования воздуха низкого (), среднего () и высокого давления ().

По схеме обработки воздуха системы кондиционирования делятся на прямоточные, характерные тем, что обработке в кондиционере подлежит только наружный (свежий) воздух, и рециркуляционные, характеризующиеся обработкой в кондиционерах смеси наружного и части рециркуляционного (отработавшего) воздуха.

## **Принципиальная схема прямоточной системы кондиционирования воздуха**

Прямоточные схемы обычно применяют в тех случаях, когда по условиям запылённости или загазованности использование рециркуляционного воздуха не допускается и кондиционеры работают только на наружном воздухе. Принципиальная схема приведена на рис.1.

В тёплый период года наружный воздух в полном количестве проходит через фильтр, где осуществляется его очистка, поступает в оросительную камеру, в которой разбрызгивается охлаждённая вода, имеющая температуру ниже температуры точки росы.

При контакте воздуха с капельками воды он охлаждается и осушается, приобретая в конце оросительной камеры заданное влагосодержание при насыщении, обычно равном . Так как при этом температура воздуха становится ниже необходимой температуры приточного воздуха, то для доведения до указанной температуры воздух после оросительной камеры направляется в калорифер второго подогрева, в котором он нагревается до заданной температуры выхода воздуха из кондиционера.

Во избежание механического выноса капель воды на выходе из оросительной камеры устанавливается жалюзийная решётка (каплеуловитель). Обработанный воздух вентилятором подаётся в помещение.

Вода, собирающаяся в поддоне оросительной камеры, поступает в холодильную машину, где она охлаждается до необходимой температуры и насосом по системе трубопроводов подаётся в форсунки, расположенные в оросительной камере.

В холодный период года наружный воздух в полном количестве поступает в калорифер первого подогрева, в котором он подогревается до той температуры, при которой его теплосодержание будет соответствовать расчётному теплосодержанию адиабатического процесса увлажнения. Затем воздух поступает в оросительную камеру, где происходит адиабатический процесс увлажнения, в результате которого воздух получает заданное влагосодержание (приточного воздуха) при относительной влажности .

При адиабатическом процессе испарения температура воздуха на выходе из оросительной камеры достаточно близка к температуре мокрого термометра, которая обычно ниже заданной температуры приточного воздуха, и для доведения его температуры до заданной он подвергается дополнительному нагреву в калорифере второго подогрева.

Узел охлаждения и подачи воды в оросительную камеру работает в требуемом режиме. Обработанный воздух вентилятором подаётся в помещение.

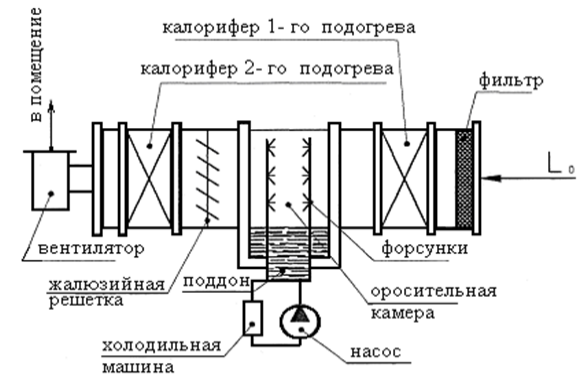


Рисунок 1 Принципиальная схема прямоточной системы кондиционирования воздуха

## **Принципиальная схема рециркуляционные системы кондиционирования воздуха**

Рециркуляция в приточно-вытяжных установках активно применяется чаще при большой производительности систем, когда воздухообмен может быть от 1000-1500 м3/ч до 10000-15000 м3/ч. Удаляемый воздух несет в себе большой запас тепловой энергии, подмешивание его в поток наружного, позволяет повысить температуру приточного воздуха, тем самым снизится требуемая мощность нагревательного элемента.  Но в подобных случаях перед повторной подачей в помещение, воздух должен пройти систему фильтрации.

Вентиляция с рециркуляцией позволяет повысить энергоэффективность, решить проблему энергосбережения в случае, когда 70-80% удаляемого воздуха поступает в систему вентиляции повторно.

Согласно СНиП рециркуляционные системы кондиционирования возможно применять не везде. Рециркуляция воздуха не допускается:

* из помещений, в которых максимальный расход наружного воздуха определяется массой выделяемых вредных веществ 1-ого и 2-ого классов опасности
* из помещений, в воздухе которых имеются болезнетворные бактерии и грибки в концентрациях, превышающих установленные Госсанэпиднадзором России, или резко выраженные неприятные запахи
* из помещений, в которых имеются вредные вещества, возгоняемые при соприкосновении с нагретыми поверхностями воздухонагревателей, если перед воздухонагревателем не предусмотрена очистка воздуха
* из помещений категорий А и Б (кроме воздушных и воздушно-тепловых завес у наружных ворот и дверей)
* из лабораторных помещений научно-исследовательского и производственного назначения, в которых могут производиться работы с вредными или горючими газами, парами и аэрозолями
* из 5-метровых зон вокруг оборудования, расположенного в помещениях категорий В1-В4, Г и Д, если в этих зонах могут образовываться взрывоопасные смеси из горючих газов, паров, аэрозолей с воздухом
* из систем местных отсосов вредных веществ и взрывоопасных смесей с воздухом
* из тамбур-шлюзов

Рециркуляция воздуха допускается из систем местных отсосов пылевоздушных смесей (кроме взрывоопасных пылевоздушных смесей) после их очистки от пыли.

Принципиальное отличие рециркуляционной системы кондиционирования от приточной состоит в том, что в её конструкции присутствует рециркуляционная камера, в которой происходит смешение наружного воздуха и воздуха удалённого из обсуживаемого помещения. После этапа смешения воздуха принцип работы рециркуляционной системы кондиционирования аналогичен принципу работы приточной системы.

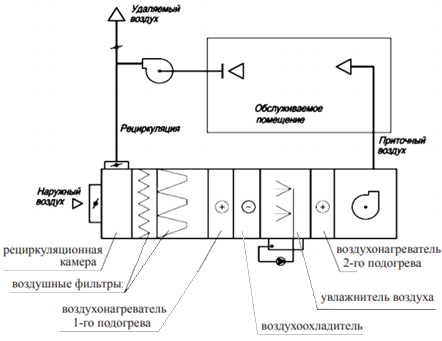
****

Рисунок 2 Принципиальная схема рециркуляционной системы кондиционирования воздуха

## **Расчётных параметров наружного и внутреннего воздуха**

Расчётная температура наружного воздуха принимается в зависимости от назначения системы вентиляции или кондиционирования и климатических условий местности.

Установки для систем кондиционирования и вентиляции по степени обеспечения заданного микроклимата в помещении согласно СНиП подразделяются в зависимости от расчётных параметров наружного воздуха на три группы: А, Б, В.

Для теплого периода расчётной температурой наружного воздуха являются: для группы – средняя температура самого жаркого месяца в полдень; для группы – максимальное значение температуры, которое было зарегистрировано за весь период наблюдений в данном географическом пункте; для группы – среднее значение из указанных выше температур

Для холодного периода расчётной температурой наружного воздуха являются: для группы – средняя температура самого холодного месяца в полдень; для группы – расчётная температура для проектирования отопления (средняя температура за пять наиболее холодных суток подряд); для группы – минимальное значение температуры, которое зарегистрировано за весь период в данном географическом пункте.

Расчётная температура внутреннего воздуха в рабочей зоне помещения выбирается в зависимости от характеристики помещения и категории выполняемых работ.

Рабочей зоной считается пространство высотой до двух метров над уровнем пола или площадкой обслуживания, на котором находится рабочее место. Постоянным рабочим местом считается то место, где работающий находится большую часть (более 50 % или более двух часов непрерывно) своего рабочего времени.

При определении расчётных метеорологических условий в помещении учитываются способность человеческого организма к акклиматизации в разное время года, интенсивность производимой работы и характер тепловыделений в рабочем помещении.

Параметры воздуха нормируются в зависимости от периода года. Различают три периода года: холодный, теплый и переходный. Переходным считается период, когда средняя температура наружного воздуха составляет +8 о С.

При учёте интенсивности труда все виды работ делятся на три категории: легкие, средней тяжести и тяжёлые. Степень тяжести труда определяется величиной затраченной энергии. Численные значения основных параметров воздуха в помещении регламентируются СНиП.

## **Расчёт теплопоступлений в помещение**

Тепловыделения от работающего оборудования с электрическим приводом за счёт перехода механической энергии в тепловую определяется из выражения

где – установленная мощность привода электродвигателя в расчёте на единицу оборудования, кВт; – коэффициент использования мощности электродвигателя; – коэффициент одновременности работы оборудования. Величина от периода года не зависит.

Теплопоступления от освещения для тёплого и холодного периода года рассчитываются

где - -мощность одной осветительной установки, кВт; n – число осветительных установок; – коэффициент одновременности работы осветительных установок; - коэффициент, учитывающий тип осветительной установки, который регламентируется СНиП.

Теплопоступления от обслуживающего персонала для холодного и тёплого периодов года рассчитываются из выражения

где – число работников; – явные тепловыделения от одного человека, кДж/ч; = 2500 кДж/кг – скрытая теплота парообразования; – влаговыделения от одного человека, г/ч.

Теплопоступления от солнечной радиации через световые (оконные) проёмы рассчитываются только для тёплого периода года

где – суммарная поверхность остекления, м2; – плотность теплового потока, передаваемого за счёт солнечной радиации, зависящая от ориентации световых проёмов по сторонам света; – эмпирический коэффициент, зависящий от вида остекления; – эмпирический коэффициент, зависящий от прозрачности стёкол.

Теплопоступления через внешние ограждения извне за счёт более высокой температуры наружного воздуха при проектировании систем кондиционирования рассчитываются для тёплого периода в том случае, если расчётная температура наружного воздуха превышает расчётную температуру воздуха внутри помещения на 5°С и более, т.е

где – поверхность внешнего ограждения за вычетом поверхности остекления, м2 ; – коэффициент теплопередачи через ограждения, Вт/(м2 °С); и - соответственно расчётная температура наружного воздуха и воздуха внутри помещения, °С .

Не рассчитываются для полов, расположенных на грунте или над подвалами. Для совмещенной кровли следует отдельно рассчитывать теплопоступления для помещений верхнего этажа.

Коэффициент теплопередачи рассчитывается с учётом всех термических сопротивлений

где и - соответственно коэффициент теплоотдачи от воздуха внутри помещения к стене и от наружной поверхности стены к наружному воздуху, Вт/(м2 °С); – толщина отдельных слоёв, составляющих стену, м; – коэффициент теплопроводности материалов, из которых выполнена стена, Вт/(м °С).

Для помещений верхнего этажа при отсутствии чердачного перекрытия (совмещённая кровля) теплопоступления через кровлю рассчитываются отдельно от боковых поверхностей стен.

Суммарные теплопоступления в помещение для тёплого периода года в общем случае составляют

для холодного периода года

## **Расчёт тепловых потерь помещением**

Тепловые потери рассчитываются только для холодного периода года.

Тепловые потери через остеклённые оконные световые проёмы определяются из выражения

где – суммарная поверхность остекления, м2 ; – коэффициент теплопередачи через оконные проёмы, Вт/(м2 °С); и – соответственно расчётные температуры воздуха внутри помещения и наружного воздуха для холодного периода года, °С.

Тепловые потери через наружные ограждения (боковые стены, полы, потолки) рассчитываются из выражения

где – поверхность наружных ограждений (за вычетом площади оконных и дверных проёмов), м2 ; – коэффициент теплопередачи через ограждения, Вт/(м2 °С); и – соответственно расчётные температуры внутреннего и наружного воздуха для холодного периода, °С; n – эмпирический поправочный коэффициент, зависящий от характера ограждения.

Суммарные тепловые потери помещением для холодного периода года составят

## **Расчет избыточной теплоты в помещении**

Избыточная теплота в помещении рассчитывается как разность между суммарными тепловыделениями и теплопотерями и составляет для теплого периода

для холодного периода

## **Расчет воздухообмена в помещении**

При наличии в помещении только теплоизбытков массовый расход кондиционируемого воздуха для теплого и холодного периодов года можно рассчитать по выражению

где – избыточная теплота в помещении соответственно для теплого или холодного периода года, Вт; ≈ 1,005 – теплоемкость воздуха, кДж/(кг ); , и , - соответственно расчетная температура воздуха внутри помещения для теплого или холодного периода и температура приточного воздуха в соответствующий период.

Объемный расход кондиционируемого воздуха составит по периодам года

где = 1,2 - плотность воздуха, кг/м3 .

Кратность воздухообмена по периодам года рассчитывается

где - объем кондиционируемого помещения, м3 .

Кратность воздухообмена показывает, сколько раз в течение одного часа воздух в помещении полностью обновляется. Величина кратности воздухообмена регламентируется СНиП в зависимости от назначения помещения.

Холодопроизводительность кондиционера рассчитывается по наиболее напряженному периоду работы холодильной установки, т.е. для теплого периода года

где – массовый расход кондиционируемого воздуха в теплый период, кг/с.

## **Составление схемы воздухораспределения**

Основной задачей схемы воздухораспределения является обеспечение равномерной раздачи подготовленного воздуха по всему объему помещения. При разработке схемы на основании опыта проектирования и в соответствии с требованиями СНиП необходимо обеспечить ряд условий, в частности: максимальная общая протяженность сети воздуховодов не должна превышать 50 м; расстояние от боковых и торцевых стен помещения до воздухораспределителей не должно превышать 6 м; расстояние между отдельными воздухораспределителями не должно превышать 12 м; через каждый воздухораспределитель должно поступать одинаковое количество воздуха; скорость движения воздуха в магистральных сетях принимается 8-12 м/с, а в ответвлениях и концевых участках 3-6 м/с; общее сопротивление сети воздуховодов должно быть меньше свободного давления вентилятора на выходе из кондиционера.

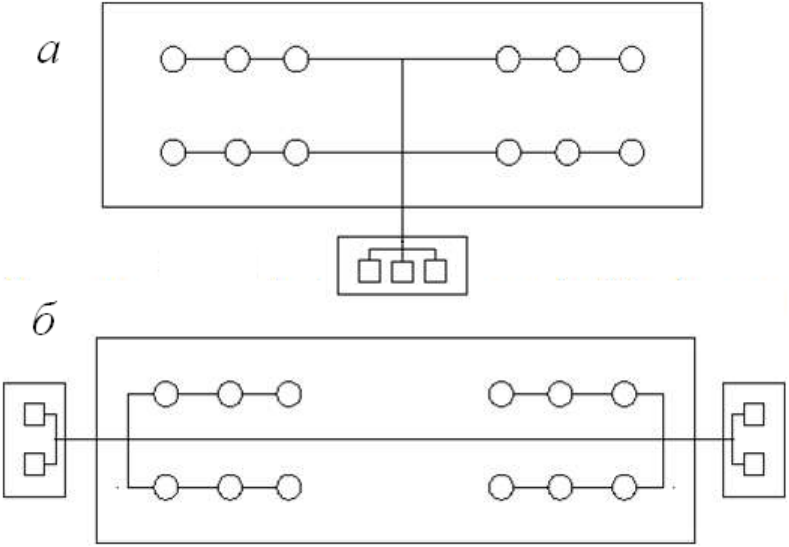


Рисунок 3 Схемы воздухораспределения: а – с боковым расположением приточной венткамеры; б – с торцевым расположением приточных венткамер

# **Задача**

Рассчитать величину Э для следующих значений исходных данных: .

***Решение.*** Проверяем соотношения, для которых справедлива расчетная формула (2.16):

Следовательно, формула справедлива:

***Ответ***: .

# **Список литературы**

Казаков, В. Г., & Громова, Е. Н. (2018). *РАСЧЁТ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПОМЕЩЕНИИ Учебно-методическое пособие по выполнению курсовых работ для обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» очной и заочной форм обучения.* Санкт-Петербург.

Никулина, И. М. (2008). *Методические указания по выполнению домашних заданий по курсу «Безопасность жизнедеятельности».* Москва.