

**Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

Тульский государственный университет

Кафедра «Санитарно-технические системы»

ВЕНТИЛЯЦИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по выполнению курсового проекта

Направление подготовки: 08.03.01 – «Строительство»
Специальность: «Теплогазоснабжение и вентиляция»
Формы обучения – очная, очно-заочная, заочная

Тула –2017 г.

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Тульский государственный университет

Кафедра «Санитарно-технические системы»

ЗАДАНИЕ №

На курсовой проект по курсу «Вентиляция»

Студенту гр. _____

Тема «Вентиляция гражданского здания»

Исходные данные:

- наименование объекта _____
- район застройки _____
- главный фасад обращен на _____
- высота помещения _____
- высота окон _____
- расчетные помещения _____
- в помещении находится ежедневно _____

Содержание расчетно-пояснительной записки

Введение.

1. Характеристика объекта.
2. Воздухообмен по установленным нормам и кратностям.
3. Обоснование выбора расчетных параметров воздуха.
 - 3.1. Расчетные параметры внутреннего воздуха.
 - 3.2. Расчетные параметры наружного воздуха.
4. Расчет количества вредностей, выделяющихся в помещениях.
 - 4.1. Расчет тепlopоступлений в помещениях.
 - 4.1.1. Тепlopоступления от солнечной радиации.
 - 4.1.2. Тепlopоступления от искусственного освещения.
 - 4.1.3. Тепlopоступления от технологического оборудования.
 - 4.1.4. Тепlopоступления от людей.
 - 4.1.5. Тепло, выделяемое остывающей горячей пищей.
 - 4.2. Определение влаговывделений в помещениях.
 - 4.2.1. Влаговывделения от людей.
 - 4.2.2. Влаговывделение от технологического оборудования.
 - 4.2.3. Влаговывделение от остывающей пищи.
 - 4.3. Определение газовывделений.
5. Расчет воздухообмена.
 - 5.1. Расчет воздухообмена по разбавлению газов.
 - 5.2. Воздухообмен по ассимиляции тепло- и влагоизбытков помещений с использованием I – d диаграммы.
 - 5.3. Воздухообмен горячего цеха.
 - 5.3.1. Местная вытяжная вентиляция.
 - 5.3.2. Расчет производительности общеобменной вентиляции.
 - 5.4. Воздушный баланс помещений.
6. Выбор воздухоприемных и воздухораздающих устройств (решеток).
7. Выбор приточных камер.
 - 7.1. Выбор типа и числа приточных камер.
 - 7.2. Выбор секции подогрева для приточной системы.

- 8.Компановка вентиляционных систем и конструктивные решения.
- 9.Аэродинамический расчет вентиляционных систем.
- 10.Выбор вентиляторов и дефлекторов. Сводная таблица основного вентиляционного оборудования.

Графическая часть

- 1.Планы и разрезы здания с нанесением на них воздуховодов, оборудования и устройств приточных и вытяжных систем.
- 2.Монтажная схема воздуховодов. План и разрез приточной камеры.

Прикнижный библиографический список

1. ГОСТ 12.1.005-76. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно- гигиенические требования.
2. ГОСТ 21.602-79. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Рабочие чертежи.
3. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 утв. Минрегион России 30.06.2012: ввод. в действие с 1.01.2013 – М. : ФАУ «ФЦС», 2012.– 81с.
4. Волков О.Д. Проектирование вентиляции промышленного здания. Харьков, «Выща школа», 1989. 240 с.
- 5.Торговников Б.М., Табачник В.Е., Ефанов Е.М. Проектирование промышленной вентиляции. Справочник. Киев, «Будівельник», 1983. 256 с.
6. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 утв. Минрегион России 30.06.2012: ввод. в действие с 1.01.2013 – М. : ФАУ «ФЦС», 2012.– 100с.
7. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99: утв. Минрегион России 30.06.2012: ввод. в действие с 1.01.2013 – М. : ФАУ «ФЦС», 2012.–120с.
- 8.Богословский В.Н. Отопление и вентиляция. Ч.II. М.: Стройиздат, 1976. 536с.
- 9.Щекин Р.В. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Киев, 1976, 305 с.
10. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч 3, Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1 –М.: Стройиздат, 1992. – 319с.
- 11.Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В 2 ч. Ч.2. Вентиляция и кондиционирование воздуха.- М.: Стройиздат, 1978 – 509с.

Дата выдачи задания _____

Дата защиты курсового проекта _____

Задание принял _____

Задание выдал _____

Примечание. Номер бланка задания выбирается согласно сумме двух последних цифр номера зачетной книжки. Номер плана здания соответствует номеру бланка задания.

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность систем вентиляции, их технико-экономические характеристики зависят не только от правильно принятой схемы воздухообмена и достоверности проведенных расчетов, но и от правильно организованных монтажа, наладки и эксплуатации. Возможности монтажа, наладки и эксплуатации систем и оборудования, обеспечивающие вентиляцию помещений, закладываются на стадии проектирования.

Настоящие методические указания составлены для выполнения курсового проекта вентиляции гражданских зданий. В них изложены методики определения количества выделяющихся вредностей (теплота, влага, газы), составления тепловоздушных балансов помещений, по этажам и здания в целом. Даны расчеты воздухообмена по кратностям, газовым вредностям, ассимиляции тепло- и влагоизбытков, воздухораспределения и воздухораспределителей

В методические указания включены материалы, необходимые для расчета систем и устройств вентиляции гражданских зданий, основы конструирования вентиляционных систем. Дано описание состава, оформления и содержания расчетно-пояснительной записки и чертежей проекта.

Для работы над курсовым проектом одних рекомендаций настоящего методического указания недостаточно. Следует пользоваться учебником по курсу Вентиляция, Справочником проектировщика, Строительными нормами и правилами и Санитарными нормами, конспектами лекций по курсу «Вентиляция».

1. ПАРАМЕТРЫ НАРУЖНОГО КЛИМАТА И ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ

1.1 Выбор расчетных параметров наружного воздуха

Параметры наружного воздуха принимаются согласно рекомендациям СП 60.13330 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» в соответствии с географическим районом расположения объекта. Различают два варианта наружного климата при проектировании вентиляции – параметры А и Б, выбор которых обуславливается следующими положениями.

Согласно п. 5.13 СП 60.13330 [5] параметры А принимают для систем вентиляции и воздушного душирования для теплого периода года;

Параметры Б – для систем отопления, вентиляции и воздушного душирования для холодного периода года, а также для систем кондиционирования для теплого и холодного периодов года.

Параметры наружного воздуха для переходных условий года следует принимать 10 °С и удельную энтальпию 26,5 кДж/кг.

Климатические данные заданного района строительства в соответствии с рекомендуемыми нормами обеспеченности определяют по СП 131.13330 «Строительная климатология» [6] или принимаются согласно заданию на курсовой проект по **прил.1**.

По заданию на проектирование допускается принимать более низкие параметры наружного воздуха в холодный период года и более высокие параметры наружного воздуха в теплый период года, п.5.15 СП 60.13330 [5].

1.2 Выбор расчетных параметров внутреннего воздуха

Выбор расчетных параметров внутреннего воздуха в обслуживаемой зоне помещения определяются в зависимости от назначения помещения. Они могут быть оптимальными и допустимыми. Оптимальные метеорологические условия в рабочей и обслуживаемой зоне помещения жилых и общественных зданий следует принимать за расчетные при наличии соответствующих требований заказчика

Параметры микроклимата при вентиляции помещений (кроме помещений, для которых метеорологические условия установлены другими нормативными документами) следует принимать по ГОСТ 30494-96, ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ, СанПиН 2.1.2.1002-00, СанПиН 2.2.4.548-96 и СП 60.13330 (Отопление, вентиляция и кондиционирование) для обеспечения метеорологических условий и поддержания чистоты воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне помещений:

а) в холодный период года в обслуживаемой зоне жилых помещений температуру воздуха – минимальную из оптимальных температур; при согласовании с органами Госсанэпиднадзора России и по заданию заказчика допускается принимать температуру воздуха в пределах допустимых норм;

б) в холодный период года в обслуживаемой или рабочей зоне жилых зданий (кроме жилых помещений), общественных и административно-бытовых помещений температуру воздуха – минимальную из допустимых температур при отсутствии избытков явной теплоты в помещениях; экономически целесообразную температуру воздуха в пределах допустимых норм в помещениях с избытками явной теплоты.

в) для теплого периода года в помещениях с избытками теплоты - температуру воздуха в пределах допустимых температур, но не более чем на 3°C для общественных и административно-бытовых помещений и не более чем на 4°C для производственных помещений выше расчетной температуры наружного воздуха (по параметрам А) и не более максимально допустимых температур по приложению А (СП 60.13330).

При проектировании вентиляции горячих цехов предприятий общественного питания допустимые параметры принимаются, как для производственных помещений со значительными теплоизбытками, для категории работ средней тяжести.

Значения допустимых норм температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне общественных, административно-бытовых и производственных помещений для теплого и холодного периодов года, приведены в **прил.2**.

2. ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ПОМЕЩЕНИЯ

2.1 Общие положения

Термин «тепловой режим помещения» объединяет ряд физических процессов, происходящих в помещении или здании и определяющих тепловую обстановку в нем. На тепловую обстановку влияют следующие факторы: температура, подвижность и влажность воздуха, наличие конвективных и излучающих источников и стоков тепла, их размеры и температуры поверхностей и пр.

При расчете вентиляционных воздухообменов, при выборе принципиальных схем вентиляции и при определении способов подачи – удаления воздуха из помещения учитывается большинство из элементов теплового режима помещения.

2.2. Тепловой баланс помещения в здании

Теплопоступления в помещения жилых и общественных зданий складывается в основном из теплопоступлений от людей, через наружные ограждения (в теплый период), от искусственного освещения, от потребляемой электрической мощности технического оборудования, расположенного в помещении, и от других источников тепла (горячей пищи, нагретых поверхностей оборудования или горячей воды и пр.) При расчетах для определения максимальной тепловой нагрузки следует задавать одновременные теплопоступления от всех источников.

Теплопотери помещения складываются из величин: теплопотерь через наружные ограждения, теплопотерь инфильтрации воздуха через наружные ограждения, теплопотерь на нагрев воздуха, врывающегося в помещение через периодически открываемые наружные двери.

Разность теплопоступлений и теплопотерь в помещении называется теплоизбытками ($Q_{изб}$) или теплонедостатками ($Q_{нед}$). Эти величины определяются в результате составления уравнения теплового баланса.

Уравнение теплового баланса представляет собой сумму всех теплопоступлений и теплопотерь помещения, которая по закону сохранения энергии равна нулю:

$$\Sigma Q_{пост} - \Sigma Q_{пот} = 0, \quad (2.1)$$

где $\Sigma Q_{пост}$ – сумма теплопоступлений в помещение;

$\Sigma Q_{пот}$ – сумма теплопотерь помещения.

Величины $Q_{изб}$ и $Q_{нед}$ находят по формулам

$$Q_{изб} = \Sigma Q_{пост} - \Sigma Q_{пот} > 0; \quad (2.2)$$

$$Q_{нед} = \Sigma Q_{пот} - \Sigma Q_{пост} < 0. \quad (2.3)$$

В первом случае роль вентиляции заключается в ассимиляции избыточного тепла, во втором – в совмещении функций отопления (воздушное отопление).

Так как в данном курсовом проекте вентиляция не совмещена с отоплением, то тепло, теряемое зданием в холодный период года, компенсируется нагревательными приборами систем отопления. Поэтому в курсовом проекте производить расчет теплопотерь не требуется.

Для защиты зон помещений вблизи наружных дверей от переохлаждений при прорыве наружного воздуха следует предусматривать у ворот или наружных дверей устройство воздушных завес в соответствии с п.7.7 СП 60.13330.

2.3. Расчет поступлений теплоты в помещения

2.3.1. Теплопоступления от людей

От людей в помещения поступает явная теплота (за счет лучисто-конвективного теплообмена с воздухом и поверхностями помещения) и скрытая теплота (выделяемая с влагой выдыхаемого воздуха и за счет испарений с поверхности кожи). Полная теплота равна сумме явной и скрытой теплоты. Теплопоступления от людей определяются теплопродукцией, зависящей от тяжести выполняемой работы; температурой и влажностью окружающего воздуха, его подвижностью; теплоизолирующими свойствами одежды и ее паропроницаемостью; особенностями терморегуляции самого человека. Теплопродукция человека и его способность к терморегуляции зависят от пола и возраста.

$$Q_{пол} = Q_{яв} + Q_{ск}; \quad (2.4)$$

$$Q_{яв} = 3,6 \cdot q_{яв} \cdot n; \quad Q_{пол} = 3,6 \cdot q_{пол} \cdot n,$$

где $Q_{\text{пол}}$, $Q_{\text{яв}}$, $Q_{\text{ск}}$ – тепловыделения от людей соответственно полные, явные, скрытые кДж/ч ;

$q_{\text{пол}}$, $q_{\text{яв}}$ – тепловыделения одним человеком (соответственно полные и явные), принимаемые в зависимости от интенсивности физической нагрузки у людей и температуры в помещении, $Вт$, принимаются по [2] или по **табл. 2.1**;

n – количество людей в помещении, чел.

В **табл. 2.1** приведены данные о тепловыделениях взрослого мужчины в легкой одежде при различных температурах воздуха в помещении и различных видах деятельности. Теплопоступления от женщин считаются равными 85% от величины, указанной в **табл. 2.1**, от детей до 10 лет — 75%. Теплопоступления от людей в верхней одежде следует вводить в расчет с коэффициентом 0,75.

Таблица 2.1. Количества тепла q , $Вт$, влаги W , $г/ч$, и диоксида углерода CO_2 , $г/ч$, выделяемых человеком

Показатели	Значения параметров при температуре воздуха в помещении. °C					
	10	15	20	25	30	35
В состоянии покоя (в театрах, клубах, залах собраний)						
Теплота: явная	140	120	90	60	40	10
полная	165	145	120	95	95	95
Влага	30	30	40	50	75	115
Двуокись углерода	23	23	23	23	23	23
При легкой работе (учреждения, вузы, персонал поликлиник, покупатели магазинов, посетители кафе швейное производство, приборостроение. машиностроение, полиграфическая промышленность и др.)						
Теплота: явная	150	120	100	65	40	5
полная	180	160	150	145	145	145
Влага	40	55	75	115	150	200
Двуокись углерода	25	25	25	25	25	25
При работе средней тяжести (стоячая работа персонала магазинов, кафе, столовых, мастерских, ткацко-прядельное производство, механо-сборочные, деревообрабатывающие, сварочные цехи)						
Теплота: явная	165	135	105	70	40	5
полная	215	210	205	200	200	200
Влага	70	110	140	185	230	280
Двуокись углерода	35	35	35	35	35	35
При тяжелой работе (кузнечные, литейные, термические, мартеновские, прокатные цехи)						
Теплота: явная	200	165	130	95	50	10
полная	290	290	290	290	290	290
Влага	135	185	240	295	355	415
Двуокись углерода	45	45	45	45	45	45

Следует суммировать тепlopоступления от людей, занятых трудовой деятельностью различных категорий и находящихся в одном помещении. Например, для определения избытков явного тепла $Q_{\text{люды}}$ Вт:

$$Q_{\text{люды}} = q_{\text{я. пок}} \cdot n_{\text{пок}} + q_{\text{я. л}} \cdot n_{\text{л}} + q_{\text{я. ср}} \cdot n_{\text{ср}} \quad (2.4)$$

где: $q_{\text{я. пок}}$, $q_{\text{я. л}}$, $q_{\text{я. ср}}$ — количество явной теплоты, выделяемой человеком соответственно в покое, при легкой работе и при работе средней тяжести, Вт/(ч·чел) по табл. 2.1;

$n_{\text{пок}}$, $n_{\text{л}}$, $n_{\text{ср}}$ — число людей, соответственно находящихся в покое, занятых легкой работой и работой средней тяжести.

Пример 2.1. Требуется определить явные, полные и скрытые тепловыделения от людей в зрительном зале с числом посадочных мест 600 при температуре внутреннего воздуха 23 °С.

Решение. По табл. 2.1 путем интерполирования определяем, что в состоянии покоя 1 чел. при температуре 23 °С выделяет 72 Вт явного тепла и 105 Вт полного тепла. Отсюда явные тепловыделения от 1 чел. составят: $Q_{\text{яв}} = 3,6 \cdot q_{\text{яв}} = 3,6 \cdot 72 = 259,2$ кДж/ч, а полные - $Q_{\text{пол}} = 3,6 \cdot q_{\text{пол}} = 3,6 \cdot 105 = 378$ кДж/ч. Следовательно, явные тепловыделения от 600 чел. составляют 155520 кДж/ч, а полные 226800 кДж/ч. Таким образом, скрытые тепловыделения от 600 чел. составляют $Q_{\text{ск}} = Q_{\text{пол}} - Q_{\text{яв}} = 226800 - 155520 = 71280$ кДж/ч.

2.3.2. Тепловыделения от источников искусственного освещения

Принято считать, что вся энергия, затрачиваемая на освещение, переходит в теплоту, нагревающую воздух помещения; при этом пренебрегают частью энергии, нагревающей конструкции здания и уходящей через них.

Количество тепла, выделяемое источниками искусственного освещения, определяют по электрической мощности светильников. В тех случаях, когда мощность светильников известна, тепловыделения от источников света $Q_{\text{осв}}$, кДж/ч, можно определить по формуле:

$$Q_{\text{осв}} = 3,6 \cdot N_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}} \quad (2.5)$$

если мощность светильников не известна,

$$Q_{\text{осв}} = 3,6 \cdot F \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}} \quad (2.6)$$

где $N_{\text{осв}}$ — установленная мощность освещения, Вт;

F — площадь пола помещения, м²;

$q_{\text{осв}}$ — максимально допустимая удельная установленная мощность освещения, Вт/м². Определяется по [14] или табл.2.2;

$\eta_{\text{осв}}$ — доля тепла, поступающая от светильника в различные зоны помещения, определяется по [14] или табл. 2.3.

Если в помещении предусматривается подача приточного воздуха, не возмущающая верхнюю зону помещения, из которой осуществляется вытяжка, то $\eta_{\text{осв}}$ можно определить по графе 3 **табл. 2.3**. В противном случае следует считать все тепло поступающим в помещение ($\eta_{\text{осв}}$ определяется по графе 2 **табл. 2.3**). Если светильник расположен в пределах вентилируемого подшивного потолка или чердака, $\eta_{\text{осв}}$ определяется по графе 4 **табл. 2.3** вне зависимости от схемы подачи и удаления воздуха из помещения. При установке вентилируемых плафонов, через которые осуществляется вытяжка, $\eta_{\text{осв}}$ определяется по графе 5 **табл. 2.3**.

Если осветительная арматура и лампы находятся вне пределов помещения (чердачные помещения бесфонарного здания, остекленные стены и т.д.), то доля тепла, поступающего в помещение $\eta_{\text{осв}}$, составляет 0,5 при люминесцентных лампах и 0,2 при лампах накаливания.

Тепловыделения от источников освещения рабочих мест учитывают независимо от периода года и времени суток, а от источников общего освещения – с учетом времени суток и архитектурно-планировочных решений.

Таблица 2.2. Максимальная удельная установленная мощность освещения $q_{\text{осв}}$, Вт/м²

Наименование помещения	$q_{\text{осв}}$, Вт/м ²
1	2
Кабинеты и рабочие комнаты, офисы, машинописные бюро	25
Проектные комнаты и залы, конструкторские и чертежные бюро	35
Помещения для ксерокопирования, электрофотографирования и т.п.	25
Помещения для работы с дисплеями, видеотерминалами, мониторами, серверные, помещения межбанковских электронных расчетов, помещения для электронной почты	25
Читальные залы	25
Операционные и кассовые залы банковских и страховых учреждений	35
Помещения отдела инкассаций	20
Классные комнаты, аудитории, учебные кабинеты, лаборатории, лаборантские, кабинеты информатики и вычислительной техники различных образовательных учреждений	25
Групповые, игральные, столовые, комнаты для музыкальных и гимнастических занятий детских дошкольных учреждений	25
Обеденные залы столовых, закусочных, кафетериев, буфетов, ресторанов 2-й категории	14
Обеденные залы ресторанов 1-й категории	20
Помещения приготовления пищи, резки хлеба, моечные	25
Залы парикмахерских	25
Залы заседаний, спортивные залы, фойе театров	25
Палаты и спальные комнаты санатория	12
Номера гостиниц	12
Крытые бассейны, фойе клубов и кинотеатров	20
Мастерские по ремонту часов, ювелирных изделий, радиоаппаратуры, бытовых машин и приборов, пошивочные, обувные:	
• общее освещение	20

Окончание табл. 2.2

Наименование помещения	$q_{\text{осв}}, \text{Вт/м}^2$
• на рабочем месте	52
Залы обслуживания посетителей аптек	14
Репетиционные залы досуговых и любительских клубов	11
Зрительные залы клубов	12
Торговые залы магазинов:	
• супермаркетов	35
• продовольственных	25
• промтоварных	20
• хозяйственных	14
Помещения хранения автомобилей	10

Примечания:

1. В теплый период года тепло от искусственного освещения, как правило, не учитывают. Исключение составляет помещение, не имеющее окон, помещения торговых залов магазинов, помещения многопролетных зданий при отсутствии верхнего естественного света и помещения, режим работы, которых вечерний или ночной.

2. Частичный учет тепла от искусственного освещения в теплый период года с коэффициентом 0,3-0,5 возможен в помещениях обеденных и актовых залах, в фойе и других подобных помещениях, в которых часть светильников работает днем

Таблица 2.3. Доли тепла, $\eta_{\text{осв}}$, излучаемого источником света, поступающие в рабочую (числитель) и верхнюю (знаменатель) зоны помещения

Тип источника освещения	Способ установки светильника			
	у потолка	> 0,5 м от потолка	за подшивным потолком	вентилируемый светильник
1	2	3	4	5
Лампы накаливания	1/0	0,9/0,1	0,85/0,15 ¹	0,8/0,2
Люминесцентные лампы	1/0	0,7/0,3	0,6/0,4 ¹	0,5/0,5

¹ В знаменателе указана доля тепла, поступающая в пространство подшивного потолка

Пример 2.2. Требуется определить тепловыделения от источников общего освещения люминесцентными лампами диффузного рассеянного света в торговом зале магазина промышленных товаров площадью 200 м². Светильники находятся вне помещения.

Решение. По табл. 2.2 принимаем Максимальную удельную установленную мощность освещения $q_{\text{осв}} = 20 \text{ Вт/м}^2$. Доля тепловой энергии, попадающей в помещение, $\eta_{\text{осв}} = 0,5$. Тогда тепловыделения в помещении, определяемые по формуле (2.6), будут равны

$$Q_{\text{осв}} = 3,6 \cdot 200 \cdot 20 \cdot 0,5 = 8640 \text{ кДж/ч.}$$

2.3.3. Теплопоступления от солнечной радиации

Теплопоступления от солнечной радиации, через световые проемы и через покрытия учитываются в тепловом балансе для теплого периода года, для наиболее жаркого месяца года и расчетного времени суток.

Расчетным часом суток для выбора воздухообмена является час, когда ожидаются самые большие теплоизбытки в помещении, т.е. когда наиболее суммарные теплопоступления от солнечной радиации и прочих источников теплопоступлений. Час максимальных тепловыделений по технологическим условиям указывается в задании на разработку проекта.

А. Теплопоступления от солнечной радиации через световые проемы

Максимальные теплопоступления от солнечной радиации через окна, фонари, витражи, остекленные части балконных и входных дверей в здание $Q_{ср}$, кДж/ч, происходят в периоды максимального солнечного облучения наружной поверхности соответствующего ограждения. Эти поступления теплоты складываются из тепла солнечной радиации, непосредственно прошедшей через остекленную часть конструкции ограждения $Q_{n,p}$, и из теплового потока за счет теплопередачи через заполнение Q_{mn}

При проектировании вентиляции, в том числе и с (адиабатическим) охлаждением приточного воздуха, поступление тепла в помещение за счет солнечной радиации и разности температур наружного и внутреннего воздуха, через световые проемы $Q_{с.р}$, кДж/ч, следует определить по формуле:

$$Q_{с.р} = Q_{n,p} + Q_{m,n}, \quad (2.7)$$

Первое слагаемое этой суммы находим по формуле

$$Q_{n,p} = 3.6 \cdot (q_n \cdot K_{инс} + q_p \cdot K_{обл}) \cdot A_{ок} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3, \quad (2.8)$$

где q_n , q_p — максимальная интенсивность прямой и рассеянной солнечной радиации, падающей на светопроем, Вт/м². В зависимости от географической широты района строительства и ориентации ограждения определяется по [14] или **табл. 2.4**;

$A_{ок}$ — площадь светопроема, м²;

β_1 — коэффициент теплопропускания окон с учетом затенения непрозрачной частью (переплетами) заполнения светопроема, определяется по [14] или **табл. 2.5**;

β_2 — коэффициент теплопропускания прозрачной частью заполнения светопроема, определяется по [14] или **табл. 2.6**;

β_3 — коэффициент теплопропускания нестационарными солнцезащитными устройствами, определяется по [14] или **табл. 2.7**;

$K_{обл}$ — коэффициент облучения поверхности светопроема рассеянной радиацией $K_{обл} = 0,85$.

$K_{инс}$ —коэффициент инсоляции, учитывающий долю прошедшего потока падающей на вертикальный световой проем прямой солнечной радиации после затенения наружными козырьками или вертикальными ребрами. При отсутствии козырьков о вертикальных ребер $K_{инс}=1$

Таблица 2.4. Максимальная солнечная радиация (прямая q_n / рассеянная q_p) на горизонтальную и различно ориентированные вертикальные поверхности при безоблачном небе в июле, Вт/м²

Географическая широта, град.с.ш	Горизонтальная поверхность	Ориентация по сторонам света вертикальной поверхности				
		южная	юго-восточная и юго-западная	восточная и западная	северо-восточная и северо-западная	северная
40	778/140	257/110	425/146	561/179	428/154	104/95
44	761/133	314/114	467/148	579/177	424/149	125/80
48	733/133	370/120	497/151	590/175	437/133	141/75
52	719/133	424/123	521/154	607/174	449/131	155/73
56	691/126	479/124	551/145	621/165	460/125	159/71
60	663/105	534/123	579/137	632/149	469/116	165/68
64	628/91	582/121	622/135	655/145	490/101	170/65
68	607/91	637/121	663/134	669/143	541/106	186/60

Таблица 2.5. Коэффициенты теплопропускания окна β_1 с учетом затенения непрозрачной частью заполнения светопроема

№ п/п	Конструкция переплета	β_1	
		для деревянного и ПВХ переплета	для металлического переплета
1	Одинарный переплет	0,8	0,9
2	Однокамерный стеклопакет	0,8	0,9
3	Двухкамерный стеклопакет	0,78	0,85
4	Спаренный переплет	0,75	—
5	Однокамерный стеклопакет и отдельный переплет	0,75	—
6	Двухкамерный стеклопакет и отдельный переплет	0,73	—
7	Отдельный переплет двойного остекления	0,65	0,8
8	Отдельно-спаренный переплет	0,5	0,7
9	Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,7	—
10	Два однокамерных стеклопакета в отдельных переплетах	0,6	—
11	Два спаренных переплета в отдельных переплетах	0,5	—

Таблица 2.6. Коэффициент теплопропускания β_2 прозрачной частью заполнения светопроема

№ п/п	Заполнение проема*	β_2
1	Одинарное остекление из обыкновенного стекла:	
	толщиной 2,5 – 3,5 мм	0,95
	толщиной 4 – 6 мм	0,9
	толщиной 8 – 12 мм	0,855
	из стекла толщиной 2,5 – 3,5 мм с твердым или мягким селективным покрытием	
2	Двойное остекление из обыкновенного стекла:	
	толщиной 2,5 – 3,5 мм	0,85
	толщиной 4 – 6 мм	0,76
	из стекла толщиной 2,5 – 3,5 мм с твердым или мягким селективным покрытием	0,57
	из органического стекла для зенитных фонарей	0,9
3	Тройное остекление из обыкновенного стекла:	
	толщиной 2,5 – 3,5 мм	0,76
	толщиной 4 – 6 мм	0,66
	из стекла толщиной 2,5 – 3,5 мм с твердым или мягким селективным покрытием	0,51
	из органического стекла для зенитных фонарей	0,83
4	Четверное остекление из обыкновенного стекла:	
	толщиной 2,5 – 3,5 мм	0,72
	из стекла толщиной 2,5 – 3,5 мм с твердым или мягким селективным покрытием	0,48
5	Профильное стекло коробчатого сечения	0,75
6	Блоки стеклянные пустотные с шириной швов 6 мм:	
	размером 194×194×98	0,65
	244×244×98	0,7

* Заполнение стеклопакета аргоном не влияет на его лучепропускающую способность

Таблица 2.7. Коэффициент теплопропускания β_3 солнцезащитными устройствами

Солнцезащитные устройства	β_3
<i>А. Наружные:</i>	
штора или маркиза из светлой ткани	0,15
штора или маркиза из темной ткани	0,20
ставни-жалюзи с деревянными пластинами	0,10/0,15
шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,15/0,20
<i>Б. Межстекольные непроветриваемые:</i>	
шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,30/0,35
штора из светлой ткани	0,25
штора из темной ткани	0,40
<i>В. Внутренние:</i>	
шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,60/0,70
штора из светлой ткани	0,40
штора из темной ткани	0,80

Примечания: 1. Коэффициенты теплопропускания даны дробью: в числителе – для жалюзи с пластинами под углом 45° , в знаменателе – для жалюзи с пластинами под углом 90° к плоскости проема.

2. Коэффициенты теплопропускания межстекольными проветриваемыми солнцезащитными устройствами в два раза ниже приведенных коэффициентов для межстекольных непроветриваемых устройств.

Теплопоступления через заполнения светопроемов за счет теплопередачи в результате разности температур и нагрева стекол солнцем определяется только в том случае, если температура воздуха в помещении ниже наружной. В курсовом проекте температура воздуха в расчетных помещениях принимается выше наружной, поэтому расчет второго слагаемого в формуле (2.7) не требуется.

Пример 2.3. Определить теплопоступление солнечной радиации через четыре окна в помещении, расположенное на 56° с.ш., заполнение световых проемов ориентировано на ЮЗ. Остекление окон одинарное в металлических переплетах, толщина стекла $\delta = 2,5$ мм. Размеры окон: высота 1,8 м, ширина 2 м..

Решение. Теплопоступление солнечной радиации, непосредственно прошедшей через остекленную часть конструкции $Q_{n,p}$ определяется по формуле (2.8):

$$Q_{n,p} = 3,6 \cdot (q_n \cdot K_{инс} + q_p \cdot K_{обл}) \cdot A_{ок} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 = 3,6 \cdot (551 \cdot 1 + 145 \cdot 0,85) \cdot 3,6 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 1 = 7471 \text{ Кдж/ч.}$$

Здесь $q_n = 551 \text{ Вт/м}^2$ и $q_p = 145 \text{ Вт/м}^2$ определены по **табл. 2.4** при географической широте района строительства 56° с.ш. и юго-западной ориентации.

$$A_{ок} = 1,8 \cdot 2 = 3,6 \text{ м}^2;$$

$$\beta_1 = 0,9 \text{ по табл. 2.5 для одинарного переплета;}$$

$$\beta_2 = 0,95 \text{ по табл. 2.6 для одинарного остекления из обычного стекла толщиной 2,5-3,5 мм;}$$

$$\beta_3 = 1, \text{ так как никаких нестационарных солнцезащитных устройств не предусмотрено.}$$

Б. Теплопоступление через покрытие

Поступление тепла в помещение в теплый период года, через совмещенные покрытия зданий и сооружений для любого расчетного часа суток $Q_{m,n}$, кДж/ч, определяется по формуле:

$$Q_{m,n} = 3,6 \cdot (t_{yсл} - t_{\theta}) \cdot A_{опр} \cdot K = 3,6 \cdot \left[t_n + \frac{(q_n + q_p) \cdot P}{\alpha_n} - t_y \right] \cdot A_{опр} \cdot K, \quad (2.11)$$

где t_n — расчетная температура наружного воздуха, °С;

q_n, q_p — максимальная интенсивность прямой и рассеянной солнечной радиации, падающей на горизонтальную поверхность, Вт/м². В зависимости от географической широты района строительства определяется по **табл. 2.4**;

$A_{опр}$ — площадь покрытия, м²;

P — коэффициент поглощения солнечной радиации наружной поверхностью покрытия: для асфальтового покрытия $\rho = 0,9$; для рубероида с алюминиевой покраской $P = 0,5$; с серой песчаной посыпкой $P = 0,9$; с красной песчаной посыпкой $P = 0,95$; для толи $P = 0,85$; для шифера серебристо-серого $P = 0,75$;

t_y — расчетная температура удаляемого воздуха под перекрытием, °С;

K — коэффициент теплопередачи покрытия, $K = 1/R_o$, Вт/(м² · °С);

α_n — коэффициент теплоотдачи наружной поверхностью покрытия, Вт/м², определяется по формуле:

$$\alpha_n = 1,16 \cdot (5 + 10 \cdot \sqrt{g}), \quad (2.12)$$

где g — расчетная скорость ветра, м/с, для теплого периода, принимается по [6] или **прил.1**;

R_o — сопротивление теплопередаче покрытия, (м²·°С/Вт), должно быть задано или определяется теплотехническим расчетом:

В данном курсовом проекте по вентиляции гражданского здания такой расчет не предусмотрен, поэтому в случае отсутствия данных о R_o , его можно принять не нормируемых значения сопротивления теплопередаче покрытия $R_{норм}$:

$R_{норм}$ — определяется в зависимости от градусо-суток отопительного периода района строительства (табл. 4 [4]).

Градусо-сутки отопительного периода, ГСОП, определяют по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{ср.от.п}) \cdot Z_{от}, \quad (2.13)$$

где t_b — расчетная температура воздуха в помещении, °С;

$t_{ср.от.п}$ — средняя температура отопительного периода, °С, принимается по [6] или **прил.1**;

$Z_{от}$ — продолжительность отопительного периода в сутках, принимается по [6] или **прил.1**.

Тогда $R_{норм}$ определяется по формулам:

для жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов, гостиниц и общежитий

$$R_{\text{норм}} = 2,2 + 0,0005 \times \text{ГСОП}. \quad (2.14)$$

для общественных, кроме указанных выше, административных и бытовых, производственных и других зданий и помещений

$$R_{\text{норм}} = 1,6 + 0,0004 \times \text{ГСОП}. \quad (2.15)$$

Параметры удаляемого воздуха являются функцией параметров воздуха в рабочей зоне помещения (высотой 1,5 м от пола), высоты помещения и интенсивности выделения тепла и влаги в помещении.

Температура, удаляемого воздуха может быть определена по формуле:

$$t_y = t_b + \text{gradt}(H_{\text{п}} - 1,5), \quad (2.16)$$

где $H_{\text{п}}$ – высота помещения, м;

gradt – температурный градиент, принимается в зависимости от теплонапряженности помещения по [1] или по **табл. 2.8**.

Таблица 2.8. Градиенты температуры воздуха по высоте помещений жилых и общественных зданий

Удельные избытки явного тепла		gradt
кДж/(м ³ ·ч)	ккал/(м ³ ·ч)	
Более 80	Более 20	0,8 ÷ 1,5
40 – 50	10 – 20	0,3 ÷ 1,2
Менее 40	Менее 10	0,0 ÷ 0,5

Пример 2.4. Определить тепlopоступления от солнечной радиации через покрытие площадью $F = 60 \text{ м}^2$, для общественного здания (г. Рязань, географическая широта 56°с.ш.). Исходные данные: $t_b = 20^\circ \text{C}$; $t_{\text{ср.от.п}} = -3,5^\circ \text{C}$; $Z_{\text{от}} = 208 \text{ сут.}$; $t_H^B = -27^\circ \text{C}$; $t_{\text{н.ср}} = 15,2^\circ \text{C}$; $t_n^A = 22,8^\circ \text{C}$; $g = 3 \text{ м/с}$; $I_{\text{ср}} = 327 \text{ Вт/м}^2$; $P = 0,9$. Высота помещения 3 м.

Решение. Определяем градусо-сутки отопительного периода по формуле 2.13. ГСОП = $[20 - (-3,5)] \cdot 208 = 4888$. Сопротивление теплопередачи покрытия по формуле 2.15 составит: $R_o = R_{\text{пр}} = 1,6 + 0,0004 \times 4888 = 3,56 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Вт}$. Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, по формуле 2.12 $\alpha_n = 8,7 + 2,6 \times 3 = 16,5 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ \text{C)}$.

Температура уходящего воздуха под перекрытием по формуле 2.19 $t_{yx} = 20 + 1,1(3 - 1,5) = 21,65^\circ \text{C}$.

Тепlopоступления солнечной радиации за счет теплопередачи через покрытие при параметрах А наружного воздуха по формуле 2.11 составит:

$$Q_{\text{т.н}} = 3,6 \cdot \left[t_n + \frac{(q_n + q_p) \cdot P}{\alpha_n} - t_y \right] \cdot A_{\text{опр}} \cdot K = 3,6 \cdot \left[22,8 + \frac{(691 + 126) \cdot 0,9}{16,5} - 21,65 \right] \cdot 60 \cdot 1/3,56 = 3075 \text{ кДж/ч}.$$

Здесь $q_n = 691 \text{ Вт/м}^2$ и $q_p = 126 \text{ Вт/м}^2$ найдены по **табл. 2.4** при географической широте 56°с.ш. для горизонтальной поверхности.

2.3.4 Тепло, выделяемое остывающей горячей пищей

Поступление явной теплоты от остывающей пищи в торговых залах столовых, кафе и ресторанов определяется по формуле

$$Q_{\text{пищ.я}} = \frac{q_n c_n (t_{\text{н.н}} - t_{\text{к.н}}) n}{z_n} \quad (2.17)$$

где q_n – средняя масса всех блюд на одного обедающего (обычно равна 0,85 кг);

c_n – средняя теплоемкость блюд, входящих в состав обеда (обычно равна 3,35 кДж/(кг·°C);

$t_{\text{н.н}}$, $t_{\text{к.н}}$ – начальная и конечные температуры пищи, поступающей в обеденный зал (70 и 40 °C);

z_n – продолжительность принятия пищи одним человеком (для ресторанов 1 час, для столовых 0,5 - 0,75 часа, для столовых самообслуживанием 0,3 часа);

n – число мест в обеденном зале.

Так как условно считается, что поступления скрытой теплоты равны поступлениям явной, то полные теплоизбытки от остывающей пищи $Q_{\text{пищ.п}}$, кДж/ч, равны

$$Q_{\text{пищ.п}} = 2 \cdot Q_{\text{пищ.я}}$$

После определения тепlopоступлений в помещение от всех источников, результаты расчета записывают в бланк, форма которого приведена в табл. 2.9.

Таблица 2.9.

Тепловой баланс помещений

№ п.п	Наименование помещения	Расчетный период года	Тепlopоступления, кДж/ч					
			явного тепла					Всего
			от людей	от искус. освещ.	от сол. радиац.	от тех. оборуд.	от проч.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Теплый						
		Холодный						

продолжение табл.2.9.

скрытого тепла			Всего	Избыток тепла, кДж/ч	
от тех. оборуд.	от людей	от проч.		явного тепла	полного тепла
10	11	12	13	14	15

3. РАСЧЕТ ПОСТУПЛЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ

3.1. Определение влагопоступления

3.1.1. Поступление влаги от людей

Влага от людей поступает в помещения в результате испарения с кожи и с выдыхаемым воздухом. Так же как и тепловыделения, влагопоступления от людей зависят от многих факторов. В таблицах, используемых в вентиляционных расчетах, приводятся данные по влаговыделениям в зависимости от температуры окружающего воздуха, и интенсивности выполняемой людьми работы (см. табл. 2.1). Для определения массы поступившей от людей влаги $W_{\text{люди}}$, г/ч, суммируют влаговыделения от людей, занятых деятельностью, отнесенной к различным категориям:

$$W_{\text{люди}} = m_{\text{пок}} \times n_{\text{пок}} + m_{\text{л}} \times n_{\text{л}} + m_{\text{ср}} \times n_{\text{ср}} \quad (3.1)$$

где $m_{\text{пок}}$, $m_{\text{л}}$, $m_{\text{ср}}$ — количество влаги, выделяемой человеком соответственно в покое, при легкой работе и при работе средней тяжести, г/ч, (определяется по табл. 2.1);

$n_{\text{пок}}$, $n_{\text{л}}$, $n_{\text{ср}}$ — число людей, соответственно находящихся в покое, занятых легкой работой или работой средней тяжести.

При расчетах для определения количества влаги, поступающей от женщин, к табличному значению вводится коэффициент 0,85 и коэффициент 0,75 для определения влаговыделений от детей до 10 лет. Если люди находятся в помещении в верхней одежде, вводится дополнительный коэффициент 0,75.

3.1.2. Выделение влаги от остывающей пищи

Количество испаряющейся влаги $W_{\text{вл}}$, кг/ч, от остывающей пищи в торговых залах столовых, кафе и ресторанов определяется по величине скрытых теплоизбытков, условно принимаемых равными явным, по формуле

$$W_{\text{вл}} = \frac{K \cdot Q_{\text{пищ.ск}}}{(2500 + 1,8t_n)}, \quad (3.2)$$

где $Q_{\text{пищ.ск}}$ — тепловыделения от горячей пищи, кДж/ч, определяются по формуле 2.17;

K — понижающий коэффициент, учитывающий наличие на пище жировой пленки, которая затрудняет испарение влаги. Коэффициентом K учитывается также неравномерность потребления пищи. Обычно $K = 0,34$.

2500 — удельная теплота испарения воды при 0°C , кДж/кг;

1,8 — теплоемкость водяных паров, кДж/кг $^\circ\text{C}$;

t_n — средняя температура пищи (равна 55°C).

3.2. Определение газовыделений

Основной газообразной вредностью в помещениях жилых и общественных зданий является углекислый газ, выделяемый при дыхании человека.

Количество углекислого газа, г/ч, выделяемого в помещении людьми, зависит от интенсивности выполняемой работы и рассчитывается по формуле

$$G_{CO_2} = q_{CO_2} \cdot n, \quad (3.3)$$

где q_{CO_2} – количество углекислого газа, выделяемого одним человеком (табл.2.1), г/ч;

n - количество людей в помещении;

Для помещений, воздухообмен которых определяют расчетом по условию разбавления вредных выделений до предельно допустимых концентраций или ассимиляций тепло- и влагоизбытков помещения, составляется сводная таблица вредностей, выделяющихся в помещении. Форма таблицы представлена ниже.

Таблица 3.1. Сводная таблица вредностей, выделяющихся в помещении

№ п.п	Наименование помещения	Объем помещения, м ³	Расчетный период года	Тепловые избытки				Влаго- выде- ления, кг/ч	Газо- выде- ления, г/ч
				явное тепло		скрыт. тепло	полное тепло		
				кДж/ч	кДж/м ³ ·ч	кДж/ч	кДж/ч		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Теплый						
			Холодный						

Примечание. Графа 6 – отношение избытков явного тепла к объему помещения (является характеристикой теплонапряженности помещения и применяется при выборе расчетной температуры в помещении).

4. РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНОВ ОБЩЕОБМЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

4.1. Выбор расчетного воздухообмена

Последовательность расчета требуемого воздухообмена в помещении следующая: 1) задаются параметрами приточного и уходящего из помещения воздуха; 2) определяют требуемый воздухообмен для данного периода по вредным выделениям; 3) проводят расчет раздачи приточного воздуха и уточняют правильность выбора параметров последнего.

Если стандартные воздухораспределители не обеспечивают в обслуживаемой зоне помещения допустимые параметры, то расчет требуемого воздухообмена повторяют, задаваясь другими параметрами приточного воздуха.

Минимальный воздухообмен в помещении (минимальное количество наружного воздуха в притоке) на одного человека определяется из условия разбавления CO_2 до допустимых концентраций, а также по СП 60.13330, прил. К:

- для рабочих помещений кабинетов, офисов общественных зданий административного назначения – $40 \text{ м}^3/\text{ч}$ с естественным проветриванием и $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ – при невозможности естественного проветривания (нормы установлены для людей, находящихся в помещении более двух часов непрерывно);
- для помещений, в которых люди находятся не более двух часов непрерывно – $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ при невозможности естественного проветривания.

В других помещениях общественного назначения норму наружного воздуха следует принимать по требованиям соответствующих нормативных документов.

В курсовом проекте расчет требуемого воздухообмена общеобменной вентиляции допускается производить только для теплого и холодного периодов года.

4.2. Воздухообмен по нормативной величине кратности

Нормативная кратность используется для расчета воздухообмена в рядовых помещениях с избытками в основном CO_2 и тепла. Расчетный воздухообмен помещения, L_p , в этих случаях должен составлять, $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$L_p = K_p \cdot V_{\text{пом}}, \quad (4.1)$$

где K_p – нормативная кратность воздухообмена помещения, ч^{-1} ; $V_{\text{пом}}$ – объем помещения, м^3 .

Значение K_p приводится в соответствующих главах СП (7;8;9) и справочниках (11-16) в зависимости от назначения здания и помещения. При этом указывается кратность по вытяжке и по притоку. Результаты расчета воздухообмена заносят в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 Расчетные воздухообмены

№ п/п	Наименование помещения	Размеры помещения (a×b×h), м	Объем помещения, м ³	Нормативная кратность воздухообмена		Расчетный воздухообмен, м ³ /ч	
				приток	вытяжка	приток	вытяжка
1	2	3	4	5	6	7	8

Примечание. При отсутствии в нормах указаний о величине кратности для некоторых помещений, по согласованию с консультантом, можно принять ее равной кратности сходных по назначению помещений.

Если нормированные кратности воздухообмена по притоку и вытяжке для отдельных помещений не совпадают, количество воздуха, необходимого для полного баланса, подается в соседние помещения или помещения коридоров. Для каждого этажа при коридорной системе или для группы помещений на этаже, выходящих в общий коридор (шлюз), необходимо определять суммарные воздухообмены по притоку и вытяжке. Разницу между суммарным притоками и вытяжкой – «дебаланс» следует подавать (при избыточной вытяжки) или удалять (при избыточном притоке) из общего шлюза.

Воздухообмен помещений, для которых не указаны величины нормативных кратностей, следует определять расчетом по условию разбавления вредных выделений до предельно допустимых концентраций или ассимиляций тепло- и влагоизбытков помещения.

4.3. Расчет воздухообмена по газовым вредностям

Определение необходимого воздухообмена в помещении для разбавления концентраций CO_2 до предельно допустимой производится по формуле:

$$L_{CO_2} = \frac{G_{CO_2}}{C_{доп} - C_o}, \quad (4.2)$$

где G_{CO_2} - количество выделившегося углекислого газа в помещении, г/ч;

$C_{доп}$, C_o – концентрации углекислого газа в помещении и снаружи, г/м³.

Для расчета воздухообмена по CO_2 необходимо принять расчетные концентрации углекислого газа в наружном и внутреннем воздухе.

Концентрация CO_2 в наружном воздухе, г/м³:

Для центра большого города (свыше одного млн. жителей) - 0,75;

для района в черте города - 0,5;

для загородной зоны либо небольших поселков - 0,4.

Концентрация CO_2 в воздухе помещений, г/м³:

В лечебных и детских учреждениях – 1;
 в актовых, зрительных, спортивных залах и в подсобных помещениях с большим количеством людей – 1,5;
 в помещениях временного пребывания людей (магазины, кинотеатры)-2;

Обычно величина L_{CO_2} определяет минимальное количество наружного воздуха, которое необходимо подать в помещение.

4.4. Тепловлажностное отношение

В помещениях с тепло- и влагоизбытками воздухообмен определяется с помощью $I-d$ -диаграммы с одновременным учетом изменения энтальпии I , кДж/кг, сухого воздуха и влагосодержания d , г/кг, сухого

Основной характеристикой изменения параметров воздуха в помещении является отношение избыточного полного тепла $Q_{\text{п}}$, кДж, к влаговыведениям W , кг, называемое тепловлажностным отношением или угловым коэффициентом луча процесса в помещении ε , кДж/кг:

$$\varepsilon = Q_{\text{п}} / W \quad (4.3)$$

Если избыточное полное тепло измеряется в Вт, то выражение (4.3) принимает вид

$$\varepsilon = 3,6 \cdot Q_{\text{п}} / W$$

Эта характеристика удобна при расчетах воздухообменов с использованием $I-d$ диаграммы влажного воздуха.

Угловой коэффициент луча процесса определяется для теплого и холодного периодов года для каждого расчетного помещения.

4.5. Определение расходов приточного и удаляемого воздуха

Расчет необходимых расходов воздуха основан на соблюдении воздушно-го баланса и баланса вредности.

Воздушный баланс выражает равенство поступающих в помещение и уходящих расходов воздуха:

$$L_{\text{пр}} + L_{\text{м.пр}} - L_{\text{у}} - L_{\text{м.у}} = 0, \quad (4.4)$$

где $L_{\text{пр}}$, $L_{\text{у}}$ — расходы приточного и вытяжного воздуха общеобменной вентиляции, м³/ч;

$L_{\text{м.пр}}$, $L_{\text{м.у}}$ — расходы местного притока (инфильтрация наружного воздуха, приток локализирующего устройства и т.д.) и местной вытяжки (местными отсосами и т.д.), м³/ч.

При организации подпоров или разрежений в соседних помещениях и в случае дисбаланса между расходами приточного и вытяжного воздуха в одном из помещений, тем не менее, соблюдается общий воздушный баланс, так как воздух перетекает из одних помещений в другие или в наружную среду. В

случае поддержания разряжения в каком-либо помещении в нем увеличивается инфильтрация наружного воздуха и воздуха из соседних помещений, а при поддержании подпора, например в кондиционируемом помещении, из него происходит эксфильтрация внутреннего воздуха.

Баланс вредности показывает, что расход вредности, выделяющейся в помещении или поступающей с приточным воздухом, равен расходу этой вредности, удаляемому вытяжным воздухом. Важную роль при определении расходов воздуха играют температуры приточного $t_{пр}$, °С, и удаляемого t_y , °С, воздуха в системе общеобменной вентиляции.

4.6. Необходимый воздухообмен по избыткам явного тепла

В большинстве случаев при определении требуемых воздухообменов расчет общеобменной вентиляции можно проводить по избыткам явного тепла. Этот расчет проще, проводится без построения $I-d$ диаграммы и позволяет получить решение без последовательного приближения, как это имеет место при расчете по полному теплу. Однако расчет по явному теплу не дает возможности оценить влажностное состояние воздуха в помещении, поэтому им пользуются при расчете воздухообменов в сухих помещениях ($\varepsilon > 10000$ кДж/кг).

В тех случаях, когда воздухообмен в помещении определяется только общеобменной вентиляцией, формула для определения воздухообмена по избыткам явного тепла имеет вид

$$L_{np} = \frac{Q_y}{c_e \cdot \rho_e \cdot (t_{y0} - t_{np})}, \quad (4.5)$$

тогда

$$G_{np} = L_{np} \cdot \rho_{np}, \quad \rho_n = 355/(273+t_{np})$$

где G_{np} , L_{np} – потребное количество приточного воздуха, соответственно кг/ч и м³/ч;

Q_y – избытки явной теплоты, кДж/ч;

c_e – удельная теплоемкость воздуха, равная 1,005 кДж/(кг/°С), [0,24 ккал/(кг/°С)];

t_{y0} – температура удаляемого воздуха, °С;

t_{np} – температура приточного воздуха, °С.

ρ_e – плотность воздуха, принимаемая в зависимости от температуры воздуха t , °С

4.7. Необходимый воздухообмен по избыткам полного тепла и влаги

Расчет воздухообменов в помещениях с тепло- и влаговыведениями, обслуживаемых системами вентиляции, выполняется с помощью построений процессов изменения состояния воздуха в помещении на $I - d$ диаграмме.

На диаграмму наносятся точки, отвечающие параметрам характерных состояний:

В — внутреннего воздуха, точка наносится по нормируемой температуре и относительной влажности;

П — приточного воздуха, точка лежит на пересечении изотермы приточного воздуха $t_{пр}$ и луча процесса в помещении ε , кДж/кг, определенного по формуле (4.3);

У — удаляемого воздуха, точка находится на пересечении изотермы t_y и луча процесса в помещении ε ;

С — смеси рециркуляционного и наружного воздуха.

Затем с I - d диаграммы снимаются значения энтальпий I и влагосодержаний d для указанных точек.

Расход приточного воздуха G , кг/ч, системы общеобменной вентиляции, если имеют место тепло- и влаговыделения, определяю по формуле:

по избыткам полного тепла

$$L_{пр} = \frac{Q_{п}}{\rho_{\varepsilon} \cdot (I_y - I_{пр})}; \quad (4.6)$$

по избыткам влаги

$$L_{пр} = \frac{W_{вл}}{\rho_{\varepsilon} \cdot (d_y - d_{пр}) \cdot 10^{-3}}. \quad (4.7)$$

где Q_n — избытки полной теплоты, кДж/ч;

$W_{вл}$ — избытки влаги, кг/ч;

I_y — энтальпия удаляемого воздуха, кДж/кг;

$I_{пр}$ — энтальпия приточного воздуха, кДж/кг;

$d_y, d_{пр}$ — влагосодержание, г/кг, сухого воздуха, соответственно удаляемого и приточного;

ρ_{ε} — плотность воздуха, принимаемая в зависимости от температуры воздуха t , °С

При правильном построении процесса на I - d диаграмме результаты расчета по формулам (4.5), (4.6) и (4.7) совпадают.

4.7.1 Графическое построение процессов изменения параметров воздуха в помещении в теплый период года

При обычной общеобменной вентиляции в теплый период года воздух подается без обработки (только очищается от пыли в фильтрах) или подвергается адиабатическому охлаждению в форсуночной камере. В первом случае параметры приточной точки совпадают с параметрами наружного воздуха (т. П совпадает с т. Н). Для определения параметров внутреннего и удаляемого воздуха через точку Н проводят луч процесса теплого периода (рис. 4.1, а) до пересечения с изотермой, соответствующей принятому значению допустимой температуры внутреннего воздуха (т. В) и далее до изотермы, соответствующей температуре удаляемого воздуха (т. У). Температура удаляемого воздуха t_y , °С рассчитывается по формуле (2.19)

Если точка B оказалась за пределами области допустимых параметров внутреннего воздуха, следует применять адиабатическое охлаждение или искусственное охлаждение (с применением холодильных установок). В случае использования адиабатического охлаждения (рис. 4.1, б) в $I-d$ -диаграмме через точку H проводится адиабата $I_H = \text{const}$ до $\varphi = 90 \div 95\%$. Полученная точка K соответствует состоянию воздуха после камеры орошения. За счет нагревания воздуха в воздуховодах и вентиляторе температура приточного воздуха будет выше на $0,5 - 1,5^\circ\text{C}$.

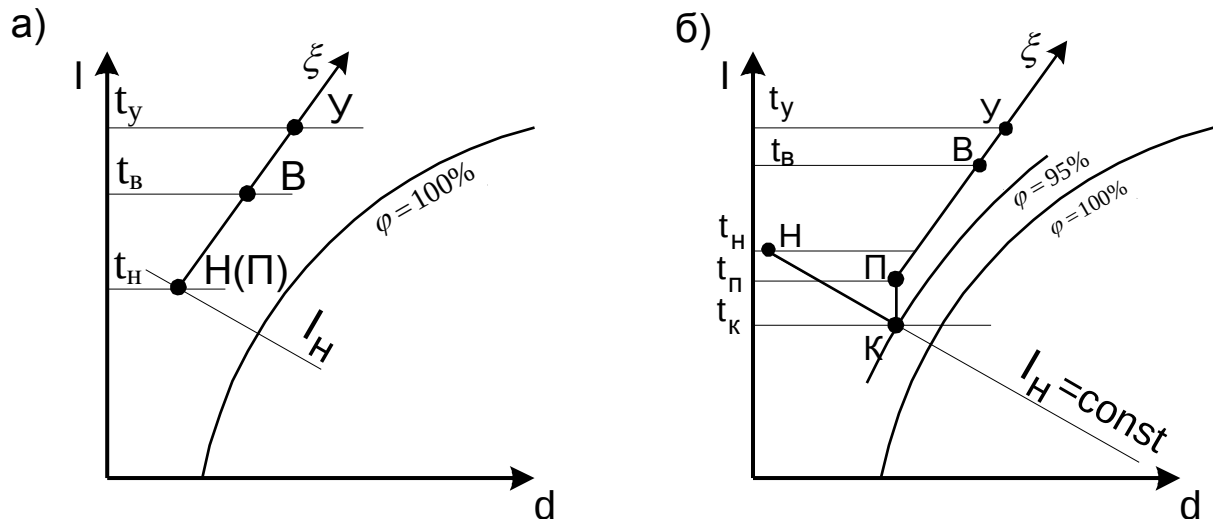


Рис. 4.1. Процессы изменения состояния воздуха при воздухообмене помещений в теплый период:

а – наружный воздух не обрабатывается;

б – наружный воздух адиабатически охлаждается.

Пример 4.1. Определить количество вентиляционного воздуха, потребного для борьбы с теплом и влагой, выделяющимися в помещении.

Исходные данные: $Q_{\text{я}} = 25500$ кДж/ч; $Q_{\text{н}} = 130200$ кДж/ч; $W = 42$ кг/ч.

Расчетные параметры наружного воздуха: $t_n = 24^\circ\text{C}$; $I_n = 48$ кДж/кг.

Расчетные параметры внутреннего воздуха в помещении принимаем согласно СНиП [5], т.е. на 3°C выше температуры наружного воздуха $t_{\text{в}} = 24 + 3 = 27^\circ\text{C}$; $\varphi_{\text{в}}$ не более 70 %.

Решение. На $I-d$ -диаграмме находим точку $H(\Pi)$, соответствующую параметрам наружного воздуха (t_n , I_n), через которую должен проходить луч процесса в помещении, так как в летнее время приточный наружный воздух поступает в помещение без какой-либо предварительной обработки (рис. 4.2)

По формуле (4.3) вычисляем значение углового коэффициента луча процесса $\varepsilon = Q_{\text{п}} / W = 130200 / 42 = 3100$ кДж/кг. Через точку $H(\Pi)$ проводим луч процесса изменения состояния воздуха. По формуле (2.19) определяем параметры удаляемого воздуха $t_{\text{yx}} = t_{\text{в}} + \text{grad}t(H_{\text{п}} - 1,5) = 27 + 1,1(3 - 1,5) = 27,3^\circ\text{C}$. На пересечении луча процесса ε с изотермами внутреннего и удаляемого воздуха, определяем положение точек B и Y . Затем с $I-d$ диаграммы снимаются значения энтальпий I и влагосодержаний d для указанных точек $H(\Pi)$, B , Y : для точки $H(\Pi)$ $t_n = 24^\circ\text{C}$; $I_n = 48$ кДж/кг; $d_n = 9,5$ г/кг, для точки B $t_{\text{в}} = 27^\circ\text{C}$; $I_{\text{в}} = 68$ кДж/кг; $d_{\text{в}} = 16$ г/кг, для точки Y $t_y = 28,7^\circ\text{C}$; $I_y = 72$ кДж/кг; $d_y = 17,2$ г/кг

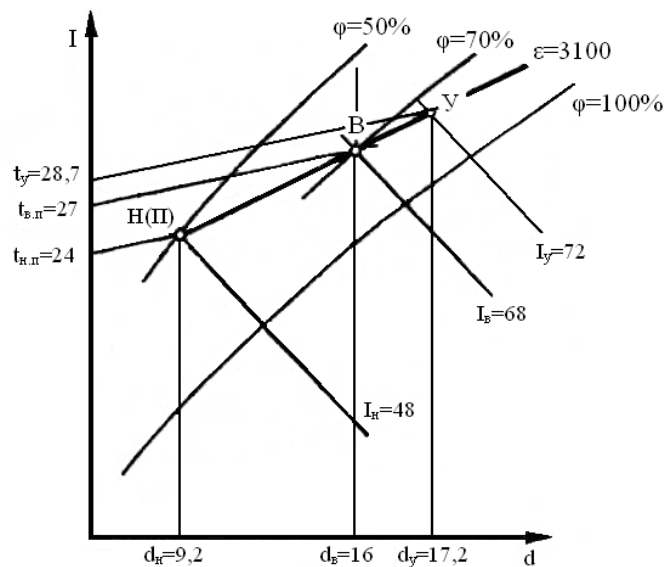


Рис. 4.2. Графический расчет воздухообмена при летнем режиме с помощью I — d -диаграммы

Зная параметры наружного (приточного), внутреннего и удаляемого воздуха, можно определить количество вентиляционного воздуха, используя при этом формулы (4.5); (4.6); (4.7): по избыткам полного тепла $G_{np} = Q_n / (I_y - I_{np}) = 130200 / (72 - 48) = 5425$ кг/ч; по избыткам влаги $G_{np} = W / (d_y - d_{np}) \cdot 10^{-3} = 42000 / (17,2 - 9,5) = 5454$ кг/ч; по избыткам явного тепла $G_{np} = Q_{я} / [c_p(t_y - t_{np})] = 25500 / [1 \cdot (28,7 - 24)] = 5425$ кг/ч. Так как, полученные значения совпадают, то следовательно, построение процесса на I - d диаграмме выполнено верно.

4.7.2 Графическое построение процессов изменения параметров воздуха в помещении в холодный период года

В холодный период года приточный воздух нагревается в калориферах приточной камеры. В целях экономии тепла целесообразно (где допускается нормами) принять рециркуляцию.

Как правило, при обычной вентиляции увлажнение воздуха в форсуночных камерах в холодный период не производится.

Характерные точки на I - d -диаграмме для холодного периода приточной вентиляции показаны на рис. 4.3.

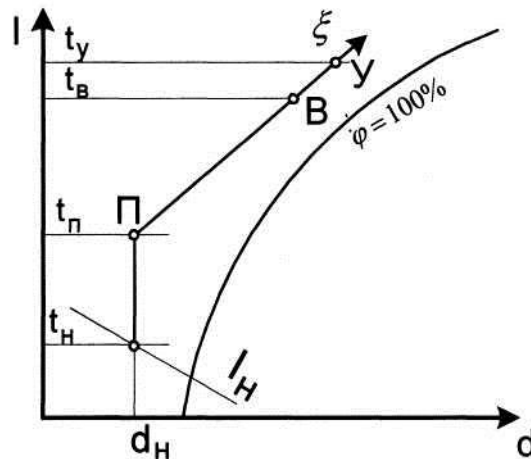


Рис. 4.3. Процессы изменения состояния воздуха при воздухообмене помещений в холодный период года.

Как правило, проектируется одна приточная вентиляционная установка, обслуживающая помещения в переходный, холодный и теплый периоды. Поэтому в помещениях, где невозможно в теплый период года естественное проветривание, воздухообмен в холодный и переходный периоды принимается равным потребному воздухообмену для теплого периода как максимально ожидаемому. Следовательно, при заданном количестве вентиляционного воздуха расчет зимнего режима сводится к нахождению необходимых параметров приточного воздуха, а также к определению величины влажности внутреннего воздуха при условии, что обработка приточного воздуха зимой состоит только в его подогреве.

Температуру приточного воздуха желательно принимать как можно более низкой, так как это приводит к сокращения воздухообмена, потребного для асимилиции теплоизбытков.

Однако снижение температуры притока может привести к возникновению дискомфортных условий вблизи действия приточных струй. При высоте помещений жилых и общественных зданий до 3 м принимают температуру притока ниже температуры внутреннего на $2 - 3^{\circ}\text{C}$, при высоте помещений более 3 м – ниже температуры внутреннего воздуха на $4 - 6^{\circ}\text{C}$. Большее понижение значения $t_{\text{п}}$ возможно, но при его выборе необходимо гарантировать соблюдение заданных СНиПом параметров воздуха в обслуживаемой зоне помещений, подтвердив его расчетом приточной струи [1].

Температуру приточного воздуха в зимний период можно определить следующим способом.

Наносят на поле $I-d$ -диаграммы параметры наружного воздуха, которые соответствуют точки H (рис.4.3).

Зная количество вентиляционного воздуха, и определив, по формуле (2.18), температуру удаляемого воздуха, определяем температуру приточного воздуха по формуле:

$$t_{np} = t_y - \frac{Q_y}{c_g G_{np}}, \quad (4.8)$$

где t_y – температура удаляемого воздуха в холодный период года, $^{\circ}\text{C}$;

Q_y – избытки явной теплоты в холодный период года, кДж/ч;

c_g – удельная теплоемкость воздуха, равная $1,005 \text{ кДж}/(\text{кг}/^{\circ}\text{C})$;

G_{np} – потребное количество приточного воздуха для холодного периода года, кг/ч.

$$L_{np}^3 = L_{np}^1 \text{ откуда } G_{np} = L_{np}^1 \cdot \rho_{np}^3.$$

$$\rho_{np}^3 = 353/(273 + t_{np}^3); t_{np}^3 = t_g - 2 \div 3^{\circ}\text{C}$$

Таким образом, задавшись температурой приточного воздуха t_{np}^3 на $2 \div 3^{\circ}\text{C}$ ниже t_g и определив G_{np} для холодного периода года, по формуле (4.8) определяем действительную температуру приточного воздуха.

Если температура притока находится в пределах, соответствующих рассмотренным выше требованиям к температуре притока, то производят дальнейшее построение процессов изменения состояния приточного воздуха.

Через точку H проводим луч подогрева наружного воздуха в калорифере $d_n = \text{const}$. Точка $П$ находится на пересечении линии $d_n = \text{const}$ с изотермой притока t_n , полученной по формуле (4.8). Для построения точек B и $У$ через точку $П$ проводят луч процесса ε до пересечения с изотермами t_ε и t_y .

Если температура притока оказалась в пределах, не соответствующих рассмотренным выше требованиям к температуре притока, то необходимо пересадаться t_{np}^3 и выполнить расчет заново.

4.7.3 Графический метод расчета воздухообмена при применении рециркуляции

В помещениях с большим количеством избыточного тепла при отсутствии в них выделений вредных газов и пыли обычно в зимнее время применяют частичную рециркуляцию внутреннего воздуха.

Целесообразность применения рециркуляции объясняется экономией тепла, расходуемого на подогрев приточного (воздуха). В системах вентиляции, использующих рециркуляцию воздуха, общее количество воздуха L_o , потребное для борьбы с теплом и влагой, обычно бывает больше количества свежего наружного воздуха L_n , потребного для удовлетворения санитарных норм. Поэтому количество рециркуляционного воздуха, взятого из помещения для повторного использования, будет равно $L_p = L_o - L_n$. В результате смешивания наружного и рециркуляционного воздуха в приточной камере температура наружного воздуха повышается и вследствие этого сокращается расход тепла на подогрев приточного воздуха (смеси).

Так как в летний период приточный воздух нагреванию не подвергается и подается в помещение с параметрами, соответствующими наружному воздуху, то, естественно, применять рециркуляцию в этот период нецелесообразно. Поскольку приточная система подает только наружный воздух, расчет летнего режима ведут так же, как это было изложено выше.

Допустим, что в результате расчета воздухообмена при летнем режиме для помещения с избытками тепла и влаги общее количество вентиляционного (наружного) воздуха получилось равным $L_{np} \text{ м}^3/\text{ч}$.

Принимая это же количество воздуха и при зимнем режиме, находим потребное количество наружного воздуха L_n , удовлетворяющее требованиям санитарных норм. Количество наружного воздуха L_n определяется из расчета воздухообмена по газовым вредностям (по CO_2) или по нормам подачи наружного воздуха на человека по соответствующим нормативным документам (СНиП). Если $L_n < L_o$ и загазованность, а также запыленность воздуха в помещении незначительны, то количество рециркуляционного воздуха будет равно:

$$\begin{aligned} L_p &= L_{np} - L_n. \\ G_p &= L_{np} \rho_{np}^3 - L_n \rho_n. \end{aligned} \quad (4.9)$$

Задавшись температурой приточного воздуха t_{np}^3 на $2 \div 3^\circ\text{C}$ ниже t_ε и определяем ρ_{np}^3 для холодного периода года.

цесса подогрева $d_c = \text{const}$. Точка $П$ пересечения этих лучей будет определять необходимое состояние приточного воздуха.

Рассмотрим далее вариант применения рециркуляции в том случае, когда избытки явного тепла в помещении весьма велики, а количество наружного воздуха составляет небольшой процент от общего количества воздуха, вследствие чего дополнительно подогревать приточный воздух (смесь) с помощью калорифера не требуется.

При построении подобного процесса на $I-d$ -диаграмме предполагается, что общее количество вентиляционного воздуха, также как и в предыдущем случае, было определено на основании расчета летнего режима. При построении рассматриваемого процесса зимнего или переходного режима это количество воздуха также сохраняется.

Построение процесса на $I-d$ -диаграмме (рис. 4.5) начинают с нанесения точки $Н$, соответствующей состоянию наружного воздуха. Через эту точку проводят линию луча процесса в помещении до пересечения его с изотермой заданной внутренней температуры t_v (точка $У$ определяет параметры удаляемого воздуха). Линию $НУ$ в этом случае можно рассматривать не только как линию луча процесса в помещении, но и как линию смеси наружного и рециркуляционного воздуха.

Зная величину $L_{пр}$ (полученную расчетом для летнего режима) и определив $G_{пр}$, находим влагосодержание приточного воздуха:

$$d_c = d_n = d_y - (W / G_{пр}) \cdot 10^3 = d_y - \Delta d. \quad (4.14)$$

Через точку на оси абсцисс, соответствующую полученному значению d_c , приводим линию $d_c = \text{const}$ до пересечения с линией смеси $НУ$ (луча процесса). Точка пересечения $С$ в этом случае будет определять необходимые параметры приточного воздуха.

Для определения количества наружного воздуха воспользуемся пропорцией

$$G_{пр}/НУ = G_n/УС, \text{ откуда } G_n = (G_{пр} \cdot УС)/НУ$$

Количество рециркуляционного воздуха будет равно

$$\begin{aligned} G_p &= G_{пр} - G_n \\ L_p &= G_{пр} / \rho_{пр}^3 - G_n / \rho_n. \end{aligned} \quad (4.15)$$

Характерная особенность рассматриваемого случая заключается в том, что отпадает необходимость нагрева приточного воздуха в калорифере, так как заданные параметры приточный воздух приобретает только в результате смешивания его с рециркуляционным.

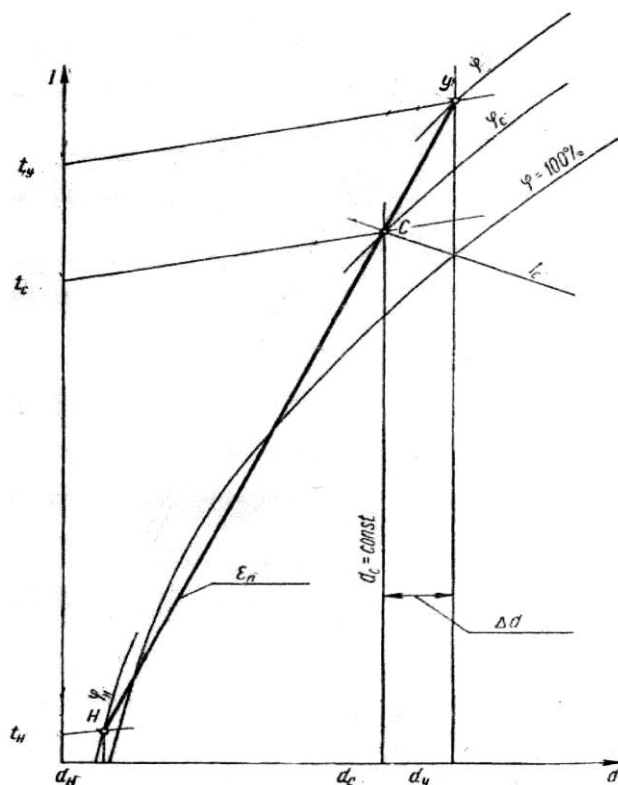


Рис. 4.5. Графический расчет воздухообмена при применении рециркуляции, но без последующего подогрева

Практически применять последний вариант обработки воздуха можно лишь в тех случаях, когда значения углового коэффициента луча процесса в помещении не ниже 6400, т. е. когда преобладает выделение явного тепла при незначительном выделении влаги. При меньших значениях углового коэффициента луча процесса точка C может оказаться за пределами кривой $\varphi = 100\%$, что будет свидетельствовать о выпадении конденсата из воздуха, а точка B , соответствующая состоянию внутреннего воздуха, будет находиться в области таких значений относительной влажности, которые выше допустимых ее пределов.

4.8. Воздухообмен горячих цехов пищеблоков

4.8.1 Расчет производительности местной вытяжной вентиляции

Кухни предприятий общественного питания относятся к горячим цехам. Воздухообмен этих помещений определяется по ассимиляции явных теплоизбытков с учетом действия местных отсосов, которыми оборудуются некоторые виды технологического оборудования (табл.4.2). Местные отсосы позволяют улавливать большую часть вредных, выделяющихся от оборудования, не допуская распространения по всему объему.

Количество воздуха, удаляемого местными отсосами, принимается по указаниям ведомственных нормативных документов или рассчитывается по формуле:

Таблица 4.2. Местные отсосы.

№ п.п.	Наименование оборудования	Тип местного отсоса	Доля вредных выделений, уносимых местным отсосом m		Параметры воздуха, удаляемого местным отсосом		Кол-во отсасываемого воздуха $G_{м.о.}$, кг/ч
			Тепла, %	Влаги, %	t_y , °C	φ_y , %	
1	Плиты	Завеса	80	100	45	80	По расчету
2	Варочные котлы	Завеса, зонт	80	100	80	80	По расчету
3	Кондитерская печь	Зонт, козырек	20	100	-	-	По расчету

Примечание. В таблице приведены сведения для обычного оборудования. Модулированное оборудование горячих цехов оснащается модулированными секционными отсосами комбинированного типа отсос-приток. Методика расчета воздухообмена в цехах с модулированным оборудованием приводится в специальных инструктивных указаниях [3].

$$G_{м.о} = \frac{m \cdot Q_y}{c \cdot (t_y - t_{p.з})}, \quad (4.16)$$

где $G_{м.о}$ – количество отсасываемого воздуха, кг/ч;
 c – удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг/°C);
 t_y – температура воздуха, поступающего в местный отсос, °C;
 Q_y – явные тепловыделения от данного оборудования, кДж/ч;
 m – доля тепла, уносимого местными отсосами.

Расчет вентиляции сводится в табл.4.2.

4.8.2 Расчет общеобменной вентиляции по ассимиляции явного тепла

Кроме местных отсосов, в горячих цехах должна осуществляться общеобменная вентиляция путем вытяжки из верхней зоны и притока в рабочую зону цеха (на уровне 1,5 – 2 м). Для определения количества удаляемого из верхней зоны и приточного воздуха решаются совместно два уравнения – уравнения воздушного и теплового (по воздуху) баланса цеха:

$$\left. \begin{aligned} G_{м.о} + G_{в.з} + G_{др}^в &= G_{пр} + G_{др}^н \\ G_{м.о} t_{p.з} + G_{в.з} t_y + G_{др}^в t_{p.з} &= G_{пр} t_{пр} + G_{др}^н t_{p.з}^н + Q_y / c \end{aligned} \right\}, \quad (4.17)$$

где $G_{м.о}$ – суммарное количество воздуха, удаляемого местными отсосами, кг/ч;
 $G_{в.з}$ – количество воздуха, удаляемого из верхней зоны цеха, кг/ч;
 $G_{др}^в$ – количество воздуха, поступающего из цеха в другие помещения, кг/ч;
 $G_{пр}$ – количество приточного воздуха, кг/ч;

G_{op}^n – количество воздуха, поступающего из других помещений (например, из торгового зала) с температурой верхней зоны этих помещений, кг/ч;

t_n – температура притока в горячий цех, °С;

t_y – температура под потолком цеха, определяемая через температурный градиент, °С;

$Q_{я}$ – явные теплоизбытки, кДж/ч.

Температура приточного воздуха определяется по следующим рекомендациям:

- в теплый период года равна расчетной наружной температуре по параметру А;

- в переходный период года равна $t_{пр}=t_n+(1,0+1,5)$ с учетом подогрева в вентустановке и воздуховодах;

- в холодный период года ниже температуры в помещении на 2 – 6 °С в зависимости от теплонапряженности помещения, т.е. определяется по формуле (2.18)

В теплый и переходный периоды, решая систему уравнений, определяют воздухообмен ($G_{пр}$ и $G_{в.з.}$). В холодный период года искомой величиной в уравнении теплового баланса является не воздухообмен, а температура притока, воздухообменом же задаются из условия, что количество удаляемого воздуха через кольцевые воздуховоды, завесы, зонты принимается 65%, а общеобменной вентиляцией из верхней зоны помещений – 35% от общего количества удаляемого воздуха.

При расчете воздухообмена горячих цехов необходимо учитывать перетекание воздуха через проемы между смежными помещениями вследствие организации подпора (например, из торгового зала в моечную и т.д.).

В предприятиях с обслуживанием официантами и с самообслуживанием вытяжка из горячих цехов, моечной и помещения выпечки кондитерских изделий должна превышать приток в них не менее, чем на 2 объема этих помещений, а в залы приток должен превышать вытяжку не менее, чем на 2 объема помещений моечной и кухни.

В предприятиях с самообслуживанием, где между залом и горячим цехом имеется постоянно открытый проем – раздаточное окно, вытяжку из зала и горячего цеха желательно осуществлять через горячий цех. При этом скорость в проеме раздаточного окна не должна превышать 1 м/с.

4.8.3 Выбор расчетного воздухообмена и составление воздушного баланса помещений и зданий в целом

Расчетную величину воздухообмена выбирают, руководствуясь следующими соображениями:

- 1) если в помещении возможно в теплый период осуществление воздухообмена через открытые проемы, то за расчетный воздухообмен принимается большая величина воздухообмена по переходному и холодному периоду;

2) если в теплый период невозможно осуществить естественное проветривание через окна (по технологическим или конструктивным причинам), то расчетный воздухообмен равен большей величине воздухообмена по трем периодам.

Как правило, проектируется одна приточная вентустановка, обслуживающая помещение в переходный и зимний или в летний, переходный и зимний периоды. Поэтому, выбрав расчетную величину воздухообмена, необходимо уточнить параметры приточного воздуха в другие периоды (например, зимой). Это необходимо для правильного расчета теплопроизводительности калориферной установки.

Для больших помещений возможен вариант с двумя расчетными воздухообменами. Например, предусматривается две вентустановки в теплый период и одна вентустановка в зимний. В этом случае одна из вентустановок может не иметь калориферов и будет работать в летний период.

В задании по курсовому проекту для большинства помещений здания предусмотрено определение воздухообмена по нормативной величине кратности воздухообмена.

Количество воздуха, удаляемого из помещения, определяется из условия:

$$G_{np} = G_{выт},$$

а для помещений, в которых необходимо поддерживать подпор относительно других смежных с ним помещений:

$$G_{np} = G_{выт} + G_{под},$$

где $G_{под}$ – количество воздуха, необходимого для создания требуемого подпора.

Например, для торгового зала:

$$G_{под} \geq 2(V_{г.ц} + V_{м})\gamma_{р.з},$$

где $V_{г.ц}$, $V_{м}$ – объемы помещений соответственно горячего цеха и моечной.

В таблицу воздушного баланса заносится количество удаляемого воздуха для помещений с расчетными воздухообменами (табл. 5).

Таблица 5. Воздушный баланс помещений

№ пп.	Наим. помещ.	Период года	Вытяжка, кг/ч (м³/ч)				всего	Приток, кг/ч (м³/ч)				всего
			Местная		Общеобмен.			местный		Общеобмен.		
			Ест.	Мех.	Ест.	Мех.		Ест.	Мех.	Ест.	Мех.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Для каждого этажа при коридорной системе или для группы помещений на этаже, выходящих в общий коридор (шлюз), необходимо определять суммарные по этим помещениям воздухообмены по притоку и вытяжке. Разницу между суммарными притоками и вытяжкой – «дисбаланс» - следует подавать (при

избыточной вытяжке) или удалять (при избыточном притоке) из общего шлюза (исключением являются жилые помещения, в которых вытяжка компенсируется естественным притоком через окна).

Суммарные значения притока и вытяжки по этажам и зданию в целом записываются в таблицу воздушного баланса (табл. 6).

Таблица 6 Воздушный баланс по этажам и зданию в целом

№ пп.	Этаж	Период года	Приток		Вытяжка		Примеч.
			м ³ /ч	кг/ч	м ³ /ч	кг/ч	
1	2	3	4	5	6	7	8

По известным количествам приточного и удаляемого воздуха выбираются ориентировочные площади поперечного сечения приточных и вытяжных каналов и решеток для каждого помещения:

$$F = \frac{L}{3600 * g},$$

где F – площадь поперечного сечения канала или живого сечения решетки, м²;

L – расход воздуха в канале или решетке, м³/ч;

g – скорость воздуха в канале или решетке, принимаемая для каналов равной примерно 5 м/с, для приточных решеток до 2 м/с, для вытяжных решеток не более 3 м/с.

Ориентировочные размеры каналов записываются в таблицу (табл. 7).

Таблица 7 Размеры жалюзийных решеток и каналов для общеобменной вентиляции.

№ пп.	Наименование помещения	Расчетный воздухообмен, м ³ /ч		Расчетные сечения жалюзийных решеток, F, м ² /ахb, мм		Расчетные сечения каналов, F, м ² /ахb, мм	
		Приток	Вытяжка	Для притока	Для вытяжки	Для притока	Для вытяжки
1	2	3	4	5	6	7	8

5 Основные положения компоновки и конструирования систем вентиляции в здании

5.1 Выбор схем подачи-удаления воздуха в помещении

Основной принцип, которым руководствуются при выборе подачи-удаления воздуха в помещении, состоит в том, что подача приточного воздуха должна производиться в зоны с наименьшим загрязнением воздуха, а вытяжка - из зон наиболее загрязненных.

Учитывая сравнительно небольшую интенсивность тепло-и влаговыведений в гражданских зданиях, а также особенности приточных струй и всасывающих отверстий, в большинстве случаев можно устраивать приток в верхнюю зону и вытяжку из верхней зоны помещения (см. п.п.7.5.5, 7.5.6, 7.5.10 СП 60.13330.2012) [5]. Подачу воздуха системами приточной вентиляции, воздушного отопления в помещение общественных и жилых зданий, а также вспомогательных зданий предприятий следует предусматривать непосредственно в помещении постоянного пребывания людей, для которых произведен расчет.

Допускается проектировать подачу приточного воздуха в коридоры жилых и общественных зданий, а также вспомогательных зданий предприятий, когда нормируемые воздухообмены в помещениях установлены только по вытяжке и не превышают 1,5-кратного воздухообмена в час (кроме туалетов). Решетки и проемы для перетекания воздуха в ограждающих конструкциях между смежными помещениями и коридорами проектировать не допускается. При выборе места и способа подачи воздуха следует производить расчет приточных струй и проверять соответствие температуры и подвижности воздуха в обслуживаемой зоне помещения (дня мест, находящихся в зоне и вне зоны прямого действия струи) допустимым СНиПами значениям. При расчетах необходимо учитывать указания, приведенные в п.п.8.6 - 8.23 СП 118.13330.2012 [8].

Воздушные приточные струи должны располагаться в помещении, так чтобы не встречать препятствий (балки, мебель).

В помещениях с сосредоточенными источниками тепловыделений (плиты в кухне и т.п.) приточные струи не должны нарушать работы местных отсосов, а при отсутствии последних разбивать естественную конвективную струю над нагретым оборудованием. Взаимное расположение приточных и вытяжных отверстий в плане помещения может быть самым произвольным. Целесообразно вытяжные отверстия размещать несколько выше приточных, учитывая наличие в верхней части помещения загрязненной вредностями "тепловой" подушки.

Подача и удаление воздуха в зрительных залах кинотеатров и театров осуществляется по рекомендациям и схемам, приведенным в [11, с.98]. Скорость движения воздуха в вытяжных и рециркуляционных проемах систем следует выбирать с учетом образующегося при этом шума в помещениях.

Наметив в помещении места размещения приточных и вытяжных жалюзийных решеток, необходимо определить их количество и сечение объединяю-

щего горизонтального канала. Этот расчет проводится по рекомендуемым скоростям движения воздуха [11, с.249; 4, с.56] (таб. 1).

Таблица 1. Рекомендуемые скорости движения воздуха

Наименование	Значение скорости при вентиляции, м/с	
	естественной	механической
Воздухоприемные жалюзи	0,5 – 1,0	2,0 – 4,0
Каналы и приточные шахты	1,0 – 2,0	2,0 – 6,0
Горизонтальные сборные каналы	1,0 – 1,5	5,0 – 6,0
Вертикальные каналы	1,0 – 1,5	2,0 – 5,0
Приточные решетки у потолка	0,5 – 1,0	0,5 – 1,0
Вытяжные решетки	0,5 – 1,0	1,0 – 2,0
Вытяжные шахты	1,5 – 2,0	3,0 – 6,0

Размер канала определяется по площади

$$L_k = \frac{L_k}{3600 \cdot v_k},$$

где L_k - расход воздуха через сечение канала, м³/ч;

v_k - величина рекомендуемой скорости, м/с

Размер решетки определяется по площади живого сечения по аналогичной формуле. Принятые стандартные размеры каналов и жалюзийных решеток [3. с.249; 4, с. 105; прил.7] заносятся в табл.2.

Таблица 2. Размеры жалюзийных решеток и каналов для общеобменной вентиляции

№ пп.	Наименование помещения	Расчетный воздухообмен, м ³ /ч		Расчетные сечения жалюзийных решеток, F, м ² /a·b, мм		Расчетные сечения каналов, F, м ² /a·b, мм	
		Приток	Вытяжка	Для притока	Для вытяжки	Для притока	Для вытяжки
1	2	3	4	5	6	7	8

Эти ориентировочные размеры уточняются при проведении аэродинамического расчета вентиляционных систем.

5.2 Определение числа систем и места расположения приточных и вытяжных камер

Объединение общеобменных приточных каналов системы производится с учетом режимов работы помещений при одинаковой температуре приточного воздуха. В здании, как правило, достаточно предусмотреть одну или две приточных установки общеобменной вентиляции. Если в отдельных помещениях температуры притока разные, необходимо изменить в одном из помещений воздухообмен, задавшись одинаковыми температурами притока.

В целях удобства регулирования и обслуживания приточных установок целесообразней их размещать рядом единым блоком (обычно в подвале здания). В плане нужно стремиться разместить установку так, чтобы воздуховоды получались наиболее короткими, а ветви сети воздуховодов как можно меньше отличались по длине.

Воздух от приточной установки можно подать в помещения жилых и общественных зданий различными способами, например, в подвале или подпольном канале прокладывается горизонтальный воздуховод, из которого воздух поступает в вертикальные каналы, а из последних - в помещения (для каждого помещения с точки зрения пожарной опасности и звукоизоляции делают индивидуальный канал), или воздух по одному или двум стоякам подается на этажи и далее разводится по помещениям с помощью горизонтальных каналов (прил.1, рис. 1, 2, 3, 4).

Допускается объединение по притоку горизонтальными каналами помещений, расположенных на одном этаже и не разделенных сплошной капитальной стеной. Отдельные этажи соединяются с приточной вентиляционной установкой раздельными вертикальными каналами, которые могут быть конструктивно выполнены одним каналом, разделенным перегородками.

Воздуховоды в подвале, как правило, должны выполняться из листовой стали прямоугольного сечения (для удобства прокладки). Радиус действия приточной вентустановки по горизонтали не должен превышать 50 м.

Удаление воздуха можно осуществить методом, аналогичным методу подачи:

а) воздух через решетки поступает в горизонтальные каналы, а далее выводится на чердак (рис. 1, 2);

б) воздух по вертикальным индивидуальным каналам поступает в атмосферу или на чердак (рис.1,а,б,в).

Основным способом сообщения вытяжных каналов с атмосферой является раздельный вывод каналов наружу без объединения на чердаке сборным коробом. В обоснованных случаях, а также при механическом побуждении вертикальные каналы выводятся на чердак, где с помощью горизонтальных сборных каналов объединяются в системы. Воздух из коробов удаляется через шахты (естественным или механическим путем) наружу, либо подается на рециркуляцию (рис.2 (В-1), прил.2). При объединении в системы вытяжных вертикальных каналов следует помнить, что в одну систему допускается объединять каналы, идущие из однородных и одинаковых по режиму работы помещений. Вытяжные каналы из санитарных узлов, душевых, курительных и других помещений с резкими и неприятными запахами объединяются в систему лишь с себе подобными каналами или присоединяются к отдельной вентиляционной установке; каналы естественной вытяжной вентиляции необходимо объединять пофасадно, радиус действия вытяжной вентиляционной установки (в плане) при механическом побуждении движения воздуха равен до 30 м, при естественном - до 8 м (прил. 1, рис. 1,2,3,4,5; прил.2, рис.1,2,3).

Механическая вытяжка предусматривается в санузлах детских садов, общежитий, школ, в номерах гостиниц первого класса, в летний период в комнатах чистки обуви к одежды, в мастерских, лабораториях, гимнастических залах школ, во всех помещениях больницы, за исключением инфекционных корпусов и т.д.

Сечение вытяжкой шахты должно быть больше или равно сумме сечений объединенных каналов. Вентиляционные системы жилых домов, общежитий,

гостиниц и т.п. зданий не допускается объединять с вентиляционными системами детских садов, яслей, торговых и других встроенных в эти здания учреждений.

Воздуховода вытяжных систем должны быть шлакогипсовые или шлакобетонные в пределах отапливаемых помещений. Вытяжные каналы расположенные на чердаке, должны быть утепленными (из многопустотных плит). Воздуховоды от местных отсосов из помещений со значительными влаговыведениями, а также из верхней зоны кухонь следует предусматривать из листовой оцинкованной стали, собранными на фальцах с промазкой. На чердаке и при прохождении через неотапливаемые помещения эти воздуховоды утепляются шлаковатой слоем до 150 мм и обкладываются шлакобетонными плитами (прил. 1, таблица).

Приточные и вытяжные воздуховода большого размера должны выполняться совмещенными со строительными конструкциями (например, подшивной потолок, встроенный вертикальный канал и т.д.). Наиболее целесообразное размещение вентиляционных установок: приточные камеры в нижней части здания, вытяжные в верхней. Такое расположение удобно для многоэтажных зданий с типовой планировкой этажей, так как имеется возможность более компактно размещать приточные и вытяжные каналы.

При конструировании вытяжных каналов необходимо придерживаться рекомендаций [11, п.п. 13.1В и 13.2В] и прил. 1,2 настоящих указаний.

Вентиляционная установка, по возможности, должна располагаться вблизи центра вентиляционной системы.

При конструировании вентиляционных камер должны соблюдаться требования изложенные в [11, п. п. 13. 1А и 13.1В], и рекомендаций прил.2 и 3 настоящих указаний.

5.3 Конструирование устройств для забора наружного воздуха и выброса вентиляционного воздуха в атмосферу

Забор наружного воздуха осуществляется через воздухозаборную шахту, снабженную жалюзийной решеткой. Высота низа жалюзи от уровня земли не должна быть меньше 2,0 м. Обычно воздухозаборная шахта примыкает к зданию и соединяется с камерой через проем в нижней части наружной стены (ниже уровня земли). В этом проеме устанавливается утепленный клапан, в случае необходимости закрывающий доступ холодного воздуха в вентиляционную установку.

При невозможности выполнения приставной воздухозаборной шахты её устраивают в стороне от здания в зоне газона, сквера и т.п. Для перемещения воздуха в этом случае устраивается подземный канал сечением не менее 600х700 мм. Подземные каналы должны защищаться от проникновения грунтовых вод и устраиваться с уклоном в сторону специального приема для сбора воды (прил.4, рис.1).

При размещении приточной камеры на этаже жалюзийная решетка устраивается непосредственно в проеме стены.

Для удаления воздуха в атмосферу служат вытяжные шахты. С целью уменьшения, количества отверстий в кровле шахты разных систем должны компоноваться вместе и объединяться под одним зонтом или дефлектором. Шахты обычно размещаются в общей высокой части чердака, со стороны ската, выходящего на дворовый фасад. Сложные (сдвоенные, строенные) шахты выполняются заводским способом и монтируются в готовом виде.

Вытяжные отдельно стоящие шахты выполняются квадратного сечения, деревянными, утепленными, опирающимися непосредственно на чердачное перекрытие.

Шахты обязательно снабжаются регулирующими и отключающими устройствами в виде утепленного клапана. Высота шахты над кровлей принимается в зависимости от места положения; если шахта находится у конька, то она должна возвышаться над ним на 0,5 м; если шахта отстоит от конька на 1,6 - 3 м, её устье должно быть расположено не ниже конька; если шахта расположена от конька на расстоянии более 4 м, её устье должно быть не ниже прямой, проведенной под углом 10° к горизонту,

Конструктивное выполнение узлов прохода шахт через кровлю, крепления шахт на бесчердачном покрытии и другие рекомендации даны в [11, п.13.2В; 16, стр. 20; 5, стр. 170].

5.4 Аэродинамический расчет приточных и вытяжных систем

5.4.1 Основные положения

Расчет приточных и вытяжных систем воздуховодов (как систем отопления, газоснабжения и т.п.) сводится к определению размеров поперечного сечения каналов, их сопротивления движению воздуха и увязки напора параллельных соединениях. При выборе сечения каналов рекомендуется принимать оптимальные скорости согласно указаниям [3]. Расчет потерь напора следует вести методом удельных потерь напора на трение.

Удельные потери на трение R для круглых воздуховодов определяются по значению скорости и расходу воздуха [3, 4, таблицы]

Как было сказано выше, в гражданских зданиях применяются обычно прямоугольные неметаллические каналы (прил.1,таблица).

Для определения удельных потерь R прямоугольных воздуховодов по номограммам для круглых воздуховодов нужно определить диаметры, эквивалентные по скорости:

$$d_{\text{э}} = \frac{2ab}{a+b},$$

где $d_{\text{э}}$ - эквивалентный диаметр воздуховода по скорости, мм;

a, b - размеры прямоугольного воздуховода, мм

5.4.2 Последовательность аэродинамического расчета вентиляционных систем

Аэродинамический расчет вентиляционной системы состоит из двух этапов: расчета участков основного направления - магистрали и увязки всех остальных участков системы. Последовательность расчета:

1. Строится аксонометрическая схема вентиляционная сети.
2. Система разбивается на отдельные участки. Расчетный участок характеризуется постоянным по длине расходом воздуха. Границами между отдельными участками служат тройники. Нумерация участков магистрали обычно начинается с участка с наименьшим расходом. Расход, длину и результаты последующих расчетов заносят в таблицу аэродинамического расчета (прил. 5, табл.1).

Расчетные расходы на участках определяются суммированием расходов на отдельных ответвлениях, начиная с периферийных участков. Значения расхода и длину каждого участка указывают на аксонометрической схеме рассчитываемой системы.

3. Выбирается основное (магистральное) направление, которое представляет собой наиболее протяженную цепочку последовательно расположенных участков. При равной протяженности магистралей выбирают в качестве расчетной наиболее нагруженную. Для вытяжной системы с гравитационным побуждением движения воздуха принимают в качестве магистрального направления наиболее протяженную цепочку участков от жалюзийной решетки верхнего этажа.

4. Ориентируясь на таблицу нормируемых размеров поперечного сечения воздуховодов, определяют размеры сечения расчетных участков магистрали. Ориентировочную величину площади поперечного сечения принимают по формуле

$$F_o = \frac{L}{3600 \cdot v_o},$$

где L - расчетный расход воздуха на участке, м³/ч;

v_o - оптимальная скорость движения воздуха на участке, м/с [11, стр.249] .

5. Определяют фактическую скорость v_ϕ с учетом площади сечения F_{cm} стандартного воздуховода;

$$v_\phi = \frac{L}{3600 \cdot F_{cm}}.$$

По таблицам [8, 11] находят соответствующее скоростное давление $P_{ск}$:

$$P_{ск} = \frac{v_\phi^2 \cdot \rho}{2}.$$

6. Рассчитываются эквивалентные по скорости диаметры $d_{эв}$.

7. По значениям $d_{эв}$ и v_ϕ (не обращая внимания на расход) по таблицам для круглых воздуховодов [16] определяется значение удельных потерь давления на трение R .

8. Так как таблицы составлены для металлических воздуховодов, то при

расчете воздуховодов из строительных материалов, имеющих другую шероховатость стенки, вводится поправочный коэффициент m [11, стр.249; 16, стр.65]

9. Выбираются коэффициенты местных сопротивлений и подсчитывается сумма их по участкам $\sum \xi$ [1,11,16] прил. 4.

10, Рассчитываются полные потери давления по участкам

$$Rlm+z = Rlm + \sum \xi \frac{\rho v^2}{2}.$$

Полученные значения z , Rl и $(Rlm+z)$ заносят в таблицу аэродинамического расчета [прил.5, табл. 1].

11, Определяется величина требуемого напора вентилятора для систем с механическим побуждением, для чего суммируют сопротивления на всех участках магистрали:

$$P_c = 1,1 \sum_1^n (Rlm + z),$$

где P_c - потери давления на магистрали сети, Па;

n – число последовательных участков в магистрали;

1,1 - коэффициент на неучтенные сопротивления.

Для систем с естественным побуждением движения воздуха потери по основному расчетному направлению должны быть меньше располагаемого избыточного давления на данной ветке;

$$1,1 \sum_1^n (Rlm + z) \leq H_i \Delta \rho g$$

где H_i - вертикальное расстояние от вытяжной решетки на входе воздуха в расчетное ответвление до среза вытяжной шахты, м;

$\Delta \rho$ - расчетная разность плотностей воздуха при наружной и температуре и температуре воздуха внутри помещения, °С.

Согласно СП [5] естественная вентиляция жилых и общественных зданий рассчитывается на $t_n = 5^\circ\text{C}$ независимо от района застройки.

12, Производят увязку ответвлений. Сопротивления на все параллельных ответвлениях должны быть равны (неувязка не более 10 %). В курсором проекте допускается увязать только два ответвления одной ветки: самое протяженное и самое короткое.

Пример. Имеем сеть из двух ветвей (рис.1)

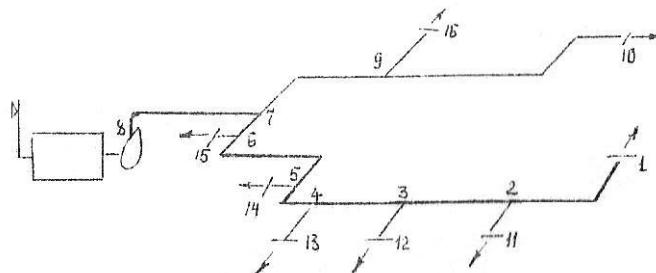


Рис.1. Пример расчета вентиляционной сети

Принимаем за магистральную ветку 1-7-8 как более протяженную и нагруженную. При полной увязке сети должны соблюдаться равенства:

$$\begin{aligned}
(Rlm + z)_{1-2} &= (Rlm + z)_{2-11}; \\
\Sigma(Rlm + z)_{1-3} &= \Sigma(Rlm + z)_{11-3} = \Sigma(Rlm + z)_{12-3}; \\
\Sigma(Rlm + z)_{1-4} &= \Sigma(Rlm + z)_{11-4} = \Sigma(Rlm + z)_{12-4} = \Sigma(Rlm + z)_{13-4} \text{ и т.д.} \\
\Sigma(Rlm + z)_{1-7} &= \Sigma(Rlm + z)_{10-7} = \Sigma(Rlm + z)_{16-7} = \Sigma(Rlm + z)_{15-7} \text{ и т.д.}
\end{aligned}$$

В курсовом проекте достаточно увязать ответвления 1-7 и 15-7.

При увязке систем с естественными побуждениями движения воздуха необходимо учитывать, что располагаемый напор в ответвлениях может быть разным. Поэтому при увязке двух веток должно быть соблюдено равенство:

$$H_1 \Delta \rho g - \sum (Rlm + z)_1 = H_2 \Delta \rho g - \sum (Rlm + z)_2.$$

Если при выбранных размерах каналов увязки не получаемся, следует изменить скорости и соответственно диаметры на участках ответвлений. Если не удастся увязать ответвления изменением сечения каналов, то на канал или воздуховод устанавливается диафрагма. Для определения размера диафрагмы по таблицам находится соотношение площади сечения воздуховода и диафрагмы в зависимости от требуемого значения коэффициента местного сопротивления диафрагмы. Последний определяется по выражению

$$\xi = \Delta P / \Delta P_{ск}.$$

где ΔP - перепад давлений, который необходимо погасить диафрагмой, равный неувязке в ответвлениях;

$\Delta P_{ск}$ - скоростное давление в сечении воздуховода перед диафрагмой.

Место установки диафрагм и их сечение указывается на аксонометрических схемах систем.

Если в приточной или вытяжной системе имеются горизонтальные участки с боковыми отверстиями для раздачи или соответственно для забора воздуха из помещения, то следует рассчитывать их отдельно тем или иным методом.

5.4.3 Расчет приточного горизонтального канала постоянного поперечного сечения

Имеем воздуховод постоянного сечения с несколькими отверстиями для раздачи воздуха (рис. 2). Расстояние между отверстиями различное. Максимальная скорость истечения из отверстия должна быть не более указанной в таб.1. Обозначим расходы воздуха L_{01} , L_{02} и т.д.

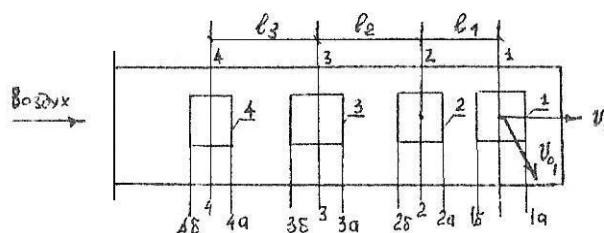


Рис.2. Схема воздуховода раздачи постоянного сечения

1. Принимаем размеры воздуховода так, чтобы скорость в нем при суммарном расходе была ориентировочно равна 1 – 3 м/с и чтобы высота воздуховода была не менее 0,3 м.

2. По известным расходам и принятому постоянному сечению воздуховода определяем скорости и соответствующие им скоростные давления в указанных на рис.2 сечениях воздуховода. Расходы воздуха в сечениях принимаем следующие:

$$L_{1a} = 0; \quad L_{1\delta} = L_1; \quad L_{1-1} = \frac{L_{1a} + L_{1\delta}}{2}; \quad L_{2a} = L_1; \quad L_{2\delta} = L_1 + L_2; \quad L_{2-2} = \frac{L_{2a} + L_{2\delta}}{2} \text{ и т.д.}$$

3. Так как скорость истечения воздуха из окон растет в направлении движения воздуха вдоль воздуховода, то максимальная скорость истечения возникает в сечении 1_a (рис.2). Зададимся этой (ϑ_{01a}) скоростью так, чтобы она не превышала допустимых значений (см. табл.1).

4. Так как внутри воздуховода скорость в сечении 1_a равна нулю, и, значит, скоростное давление в этом сечении воздуховода равно нулю, то полное давление равно статическому, а полная скорость истечения равна статической составляющей:

$$P_{n1a} = P_{cm1a} = \xi_{\text{ВЫХ}} \frac{\vartheta_{01cm}^2 \rho}{2} = \frac{1}{\mu_{cm}^2} \frac{\vartheta_{01ct}^2 \rho}{2},$$

где $\xi_{\text{ВЫХ}}$ - коэффициент местного сопротивления отверстия (или жалюзийной решетки) выходу воздуха;

μ_{cm} - коэффициент расхода воздуха окна.

Для последнего по ходу движения отверстия (рис.2, окно 1) при относительном расходе воздуха равном единицы и угле истечения примерно равном $85-90^\circ$ коэффициент расхода согласно таблице прил.6 равен 0,62.

Тогда статическое давление в сечении 1_a воздуховода можно определить по формуле

$$P_{cm1a} = \frac{\vartheta_{01a}^2 \rho}{2(0,62)^2}$$

5. Определяем полное давление в сечении 1_δ :

$$P_{n1\delta} = P_{n1a} + (Rlm + z)_1$$

Так как потери давления на трение на участке воздуховода между сечениями 1_a и 1_δ малы, при расчетах ими пренебрегаем.

Потери давления на местные сопротивления на разветвлении потока определяем из выражения

$$z_1 = \xi_{m1} \frac{\vartheta_1^2 \rho}{2},$$

где ϑ_1 - скорость воздуха в воздуховоде в сечении 1-1, м/с;

ξ_m - коэффициент местного сопротивления тройника, принимаемый по табл.3 в зависимости от относительного расхода воздуха в отверстии;

L_o, L_δ - расход воздуха в отверстии и воздуховоде, м³/ч.

Таблица 3. Коэффициент местного сопротивления тройника

L_o / L_δ	1,0	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
ξ_m	0,35	0,15	0,05	0,02	0,01	0,03	0,07	0,12	0,17	0,23	0,29

В последнем отверстии по ходу движения воздуха $L_o/L_6 = 1$. Потерями давления на трение в участке воздуховода между сечениями 1_a и 1_6 пренебрегаем.

6. Определяем полное давление в сечении 2_a :

$$P_{n2a} = P_{n16} + Rl_1.$$

7. Определяем полное давление в сечении 2_6 :

$$P_{n26} = P_{n2a} + z_2 = P_{n2a} + \xi_{m2} P_{ск2},$$

где z_2 – сопротивление проходу при делении потока; ξ_{m2} – коэффициент местного сопротивления тройника, принимаемый по таблице 2.

8. Рассчитываем полное давление в сечении 2_6

$$P_{n2} = (P_{n2a} + P_{n26})/2$$

9. Статическое и динамическое давление в сечении 2 соответственно равны:

$$P_{ск} = \frac{g_2^2 \rho}{2}; \quad P_{ст} = P_{n2} - P_{ск2}.$$

10. Определяем полное давление в сечениях 3_a и 3_6 аналогично определению давления в сечениях 2_a , 2_6 :

$$P_{n3a} = P_{n26} + Rl_2; \quad P_{n36} = P_{n3a} + z_3; \quad z_3 = \xi_{m3} \frac{g_3^2 \rho}{2}.$$

11. Таким образом определяем полное и статическое давление по центрам всех отверстий, т.е. в сечениях 3,4,5,6 и т.д.

Полное давление перед первым по ходу движения воздуха учитывается при подборе вентилятора, а по статическим давлениям находят площади отверстий.

12. Определяем μ_{cm} (прил.2, табл.1), а далее площади отверстий по формулам:

$$f_{o1} = \frac{L_{o1}}{3600 \mu_{cm1} \sqrt{\frac{P_{cm1a} + P_{cm16}}{\rho}}}; \quad f_{o2} = \frac{L_{o2}}{3600 \mu_{cm2} \sqrt{\frac{P_{cm2a} + P_{cm26}}{\rho}}} \text{ и т.д.}$$

В курсовом проекте достаточно подсчитать площадь двух-трех первых и последнего отверстий (при $\xi_m = 0,35$ скорости во всех отверстиях практически будут одинаковыми).

13. Полное давление перед первым (по ходу движения воздуха) окном учитывается при определении сети.

Полное давление на входе в воздуховод с боковыми окнами можно определить и не делая подробного расчета давления от окна к окну по формуле:

$$P_n = P_{пн} + R_{ср} l m + \Sigma z; \quad P_{пн} = (1 + \xi_o) \frac{v_o^2 \rho}{2}; \quad \Sigma z = \frac{1}{3n} (v_n - v_k)^2 \frac{\rho}{2}; \quad R_{ср} = \frac{R_n + R_k}{2};$$

$$\text{или } \Sigma z = \frac{1}{3 \cdot 3} (v_{46} - v_{16})^2 \frac{\rho}{2},$$

где $P_{пн}$ – полное давление перед последним окном (в сечении 1_6 на рис.2);

v_n, v_k – скорость воздуха в начальном и конечном (по центру последнего окна) сечениях воздуховода, м/с;

ξ_o – коэффициент местного сопротивления последнего окна (решетки);

ϑ_0 - скорость истечения воздуха из последнего окна, м/с;

R_n, R_k – удельные потери на трение в начале и конце воздуховода соответственно при начальной и конечной скорости воздуха в воздуховоде.

5.5 Выбор вентиляционного оборудования

Для обработки наружного воздуха перед подачей его в помещение рекомендуется принимать типовые камеры 1ПК-10-1ПК-150, рассчитанные на производительность от 3,5 до 150 тыс. м³/ч (прил.4).

Зная расход воздуха в приточных системах выбирают типовые приточные камеры в том или ином наборе типовых секций. Каждая типовая камера имеет несколько вариантов секций подогрева и вентиляционных установок. Выбор этих элементов камер осуществляется расчетом. Секции подогрева выбираются по требуемой поверхности нагрева, которая определяется по известному расходу воздуха, требуемой теплоотдаче калориферов и рекомендуемой весовой скорости воздуха в живом сечении калорифера по воздуху. Если теплоноситель - вода, следует применить, как правило, многоходовые калориферы и последовательное соединение по воде как многоходовых, так и одноходовых калориферов.

Допускается параллельное соединение рядов калориферов по воде при расположении их последовательно по воздуху. Если теплоноситель - пар, рекомендуется применять одноходовые калориферы.

Для защиты от замерзания воды в трубках воздухонагревателей следует:

а) предусматривать установку циркуляционных насосов в контуре воздухонагревателей для подмешивания обратной воды из воздухонагревателя;

б) при отсутствии циркуляционных насосов в контуре воздухонагревателей скорость движения воды в трубках обосновывать расчетом или принимать не менее 0,12 м/с при расчетной температуре наружного воздуха (параметры Б) и при 0 °С; запас поверхности нагрева выбранного воздухонагревателя не должен превышать расчетный более чем на 10%;

Характеристика секций подогрева типовых приточных камер приведена в прил.4.

Выбор вентиляционной установки для приточных и вытяжных систем осуществляется по требуемой производительности, которая принимается с учетом утечек воздуха в соответствии с указаниями (п.7.8.1 СП 60.13330.2012) и требуемого давления, принимаемого равным:

- в приточных системах

$$P_n = (Rl+z)_{\text{в.з}} + \Sigma P_k + 1,1(Rlm+z)_c + P_{\text{в.р}};$$

- в вытяжных

$$P_v = P_{\text{в.о}} + 1,1 (Rlm+z)_c$$

где $(Rl+z)_{\text{в.з}}$ - потери давления в воздухе заборных шахтах и решетках, Па;

ΣP_k - суммарные потери давления в секциях приточных камер, Па;

$(Rlm+z)_c$ - потери давления в сети на магистральных участках всасывающей и нагнетательной линий, Па;

$P_{в.р}$ - потери давления в воздухораспределителе или потребный напор перед воздухораспределителем, Па;

$P_{в.о}$ - потери давления во всасывающем отверстии, Па.

При выборе вентилятора рабочий режим его нужно принимать так., чтобы коэффициент полезного действия отличался не более чем на 10 % от максимального. Во избежание искажения рабочих характеристик вентиляторов не рекомендуется предусматривать на всасывающей магистрали воздухопроводов отводов, колен и ответвлений на расстоянии менее пяти диаметров от всасывающего отверстия вентиляторов, а при неизбежности такого их размещения - учитывать понижение КПД вентилятора.

Выбор вентиляционного оборудования оформляется таблицей, форма которой приведена в [прил.5, табл.2].

6 Рекомендации по оформлению курсового проекта.

6.1 Графическая часть проекта

На планах этажей подвального и чердачного помещений должны наноситься вентиляционные каналы с указанием места расположения жалюзийных решеток. Обязательно указание размеров всех жалюзийных решеток, горизонтальных воздухопроводов расчетных решеток, горизонтальных воздухопроводов расчетных систем. У вертикальных каналов размеры указываются лишь на том этаже, где установлена жалюзийная решетка (на остальных этажах вертикальные каналы помечаются цифрой, обозначающей номер этажа). У каждой жалюзийной решетки должна быть начерчена стрелка, показывающая направления движения воздуха с указанием размеров жалюзийных решеток и каналов.

Утепленные воздухопроводы показывают на чертеже двойными линиями. Толщину линий на чертежах следует принимать в миллиметрах:

а) на планах и разрезах:

строительных конструкций – 0,2;

контуров технологического оборудования – 0,4;

воздуховодов – 0,6 – 0,8;

б) на схемах вентиляции:

воздуховодов – 0,6 – 0,8;

контуров отдельных установок и оборудования – 0,4;

в) на чертежах отдельных установок и оборудования:

строительных конструкций – 0,4;

вентиляционного оборудования – 0,6;

деталей и узлов – 0,6.

Воздуховоды приточных систем должны быть окрашены в красновато-бурый цвет, вытяжных – в бледно-голубой.

На плане чердачного помещения должны быть помечены вытяжные шахты, у которых на выносной линии делается указание о размерах и конструкции шахты и о наличии зонта или дефлектора, их номер или размер.

Приточные и вытяжные вентиляционные установки должны наноситься на планах и разрезах четко, с соблюдением масштаба и с указанием номера вентиляционной установки (например, П I, В I, ВЕ I).

На вертикальном разрезе зданий указывается высота вытяжных и воздухозаборных шахт, высота расположения жалюзийных решеток над полом и пр.

На аксонометрической схеме вентиляционных систем (вычерчиваются лишь рассчитанные схемы) должны указываться размеры всех участков, номера и расходы воздуха по расчетным направлениям. Кроме этого, стрелками показывается направление движения воздуха, а над стрелкой пишется размер жалюзийной решетки.

6.2 Расчетно-пояснительная записка

Расчетно-пояснительная записка выполняется на двух сторонах стандартного листа бумаги. Листы записки сшиваются вместе с текстом задания. На об-

ложке указывается название института, кафедры и наименование курсового проекта, фамилии руководителя и студента, год и месяц выполнения проекта.

Записка выполняется четким почерком (без сокращения слов и предложений). Изложение материала должно быть кратким. Из повторяющихся расчетов в тексте помещается только первый, который дается подробно: приводятся формулы, значение величин, входящих в нее и их размерность, ссылка на литературу. Аналогичные расчеты сводятся в таблицы. Над каждой таблицей указывается наименование и номер таблицы.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать следующие разделы и параграфы:

Введение.

1. Характеристика объекта (назначение здания, этажность, состав помещений, ориентация по сторонам света, количество людей, наименование и характеристика технологического оборудования).

2. Выбор расчетных параметров воздуха.

2.1. Расчетные параметры внутреннего воздуха.

2.2. Расчетные параметры наружного воздуха (при выборе расчетных параметров обязательно дается полное обоснование принятых параметров, с ссылкой на пункты СНиПа и указание определяющих факторов).

3. Расчет количества вредных веществ, выделяющихся в помещениях.

3.1. Определение теплового баланса помещений.

3.1.1. Тепловыделения от солнечной радиации.

3.1.2. Тепловыделения от искусственного освещения.

3.1.3. Тепловыделения от технологического оборудования.

3.1.4. Тепловыделения от остывающей горячей пищи.

3.1.5. Тепловой баланс помещений (в форме таблицы).

3.2. Определение влаговыведений.

3.2.1. Влаговыведения от людей.

3.2.2. Влаговыведения от технологического оборудования.

3.2.3. Влаговыведения от остывающей пищи.

3.3. Определение газовыведений.

4. Расчет воздухообмена.

4.1. Воздухообмен по установленным нормам и кратностям (в форме таблицы).

4.2. Воздухообмен по ассимиляции тепло- и влагоизбытков помещений (указать наименование расчетных помещений). Следует приложить I – d-диаграмму и объяснить построение процессов обработки воздуха на ней для холодного и теплого периодов года.

4.3. Воздухообмен горячего цеха.

4.3.1. Местная вытяжная вентиляция.

4.3.2. Расчет производительности общеобменной вентиляции.

4.4. Воздушный баланс помещений и здания в целом (в форме таблицы).

5. Выбор воздухоприемных и воздухоподающих устройств.

6. Компоновка вентиляционных систем и конструктивные решения (дается описание конкретных конструктивных решений, принятых в разработанном проекте, обоснование объединения в обособленные системы вытяжных каналов, месторасположение вентиляционного оборудования, тип воздуховодов, их крепление и т.д.).

7. Аэродинамический расчет вентиляционных систем (в записке указывается метод расчета, даются расчетные схемы вентиляционных систем; расчет оформляется в виде таблицы, к таблице прилагается подсчет суммы коэффициентов местных сопротивлений по участкам).

8. Выбор вентиляционного оборудования (приточных камер, калориферов, вентиляторов, электродвигателей, дефлекторов и др.).

9. Охрана труда при эксплуатации вентиляционных установок.

В конце пояснительной записки должен быть список использованной литературы, а также ссылка на отдельные источники, обозначенные цифрами, соответствующими порядковому номеру в списке литературы.

Список литературы

1. Богословский В.Н. и др. Отопление и вентиляция. Часть II. Вентиляция. – М.: Стройиздат, 1976, 439 с.
2. Волков О.Д. Проектирование вентиляции промышленного здания. Харьков.: Выща школа, 1989, 240 с.
3. Методические рекомендации по расчету систем вентиляции и кондиционирования воздуха в горячих цехах предприятий общественного питания, оснащенных электрическим секционным модулированным оборудованием с местными вентиляционными отсосами. М., 1972, 63 с.
4. Полушкин В.И., Русак О.Н. и др. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Часть I. Теоретические основы создания микроклимата в помещении. СПб.: Профессия, 2002, 176 с.
5. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 утв. Минрегион России 30.06.2012: ввод. в действие с 1.01.2013 – М. : ФАУ «ФЦС», 2012.– 81с.
6. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99: утв. Минрегион России 30.06.2012: ввод. в действие с 1.01.2013 – М. : ФАУ «ФЦС», 2012.–120с.
7. СП 54.13330.2011 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003 утв. Минрегион России 24.12.2010: ввод. в действие с 20.05.2011 – М. : ОАО «ЦЦП», 2011.– 36 с.
8. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 утв. Минрегион России 29.12.2011: ввод. в действие с 1.01.2013 – М. : ОАО «ЦЦП», 2012.– 77с.
9. СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001: утв. Минрегион России 30.12.2010: ввод. в действие с 20.05.2011 – М. : ФГУ «ФЦС», 2011.–17 с.
10. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 утв. Минрегион России 30.06.2012: ввод. в действие с 1.01.2013 – М. : ФАУ «ФЦС», 2012.– 100с.
11. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть II. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Под ред. И.Г. Староверова. - М.: Стройиздат, 1978, 509 с.
12. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Книга 1. Под. Ред. Н.Н.Павлова. – М.: Стройиздат, 1992, 319 с.
13. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Книга 2. Под. Ред. Н.Н.Павлова. – М.: Стройиздат, 1992, 416 с.
14. Справочное пособие. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.- М.: Пантори, 2003, 308 с.
15. Титов В.П., Сазонов Э.В. и др. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий. – М.: Стройиздат, 1985, 208 с.
16. Щекин Р.В. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Книга вторая. – Киев.: Будівельник, 1976, 351 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Конструктивные решения вентиляционных систем

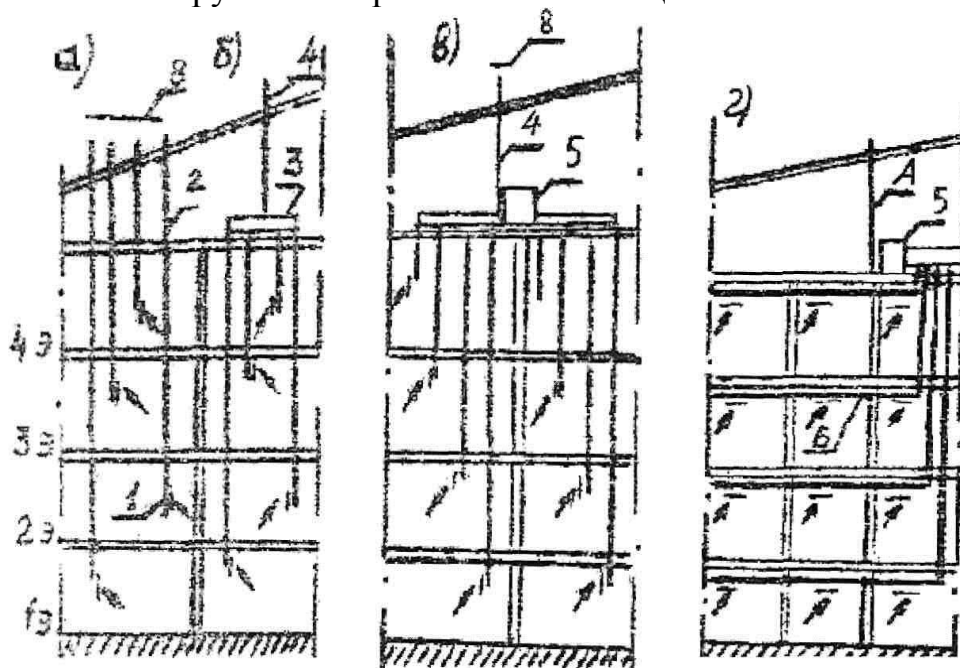


Рис.1. Схемы вытяжных систем в зданиях с чердачной кровлей:
а – с вертикальными отдельными каналами;
б – с вертикальными каналами, объединенными на чердаке или этаже (естественное побуждение);
в - с вертикальными каналами, объединенными на чердаке или этаже (механическое побуждение);
г – с горизонтальными поэтажными каналами (механическое побуждение).

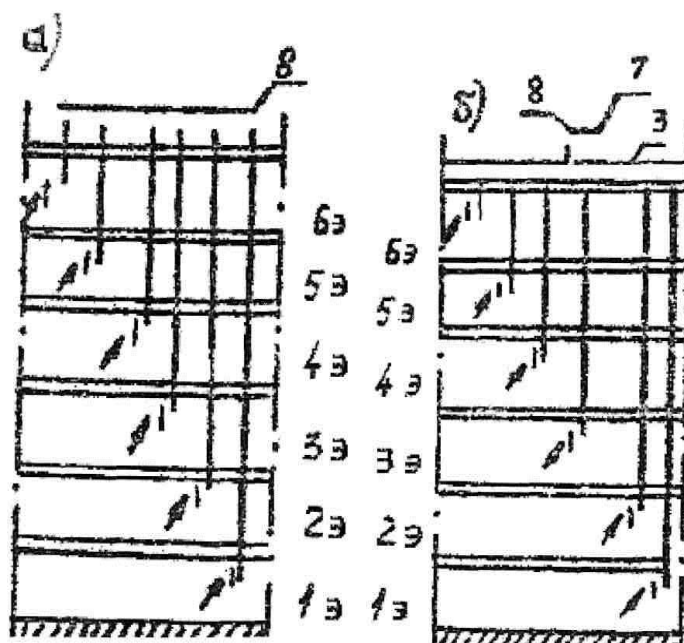


Рис.2. Схемы вытяжных систем в зданиях с совмещенной кровлей:
а – с вертикальными отдельными каналами (естественное побуждение);
б – с вертикальными каналами, объединенными на кровле (механическое побуждение)

Продолжение приложения 1.

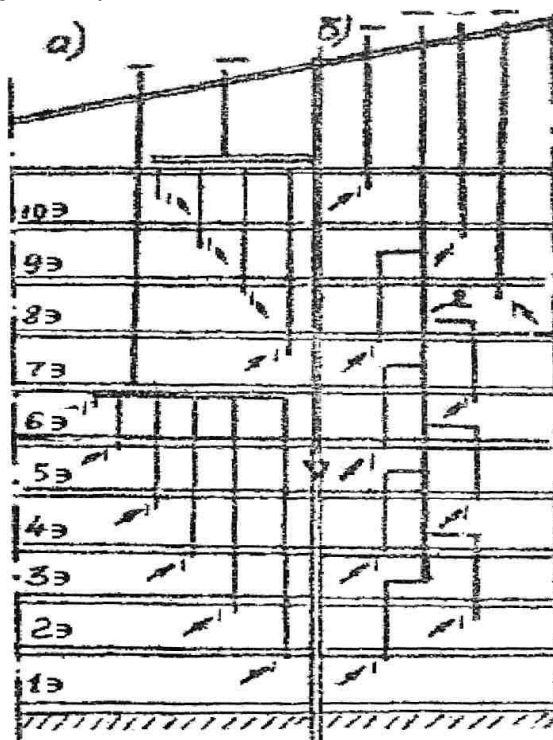


Рис.3. Схемы вытяжных систем многоэтажных зданий:

- а – с горизонтальными сборными каналами;
б – с вертикальными сборными каналами

Условные обозначения к рисункам:

- 1 – вытяжная решетка; 2 – вертикальный канал; 3 – сборный короб;
4 – утепленная вытяжная шахта;
5 – вытяжная камера с центробежным или осевым вентилятором;
6 – горизонтальный подвесной канал; 7 – осевой вентилятор; 8 – зонт или дефлектор;
9 – вертикальный сборный канал.

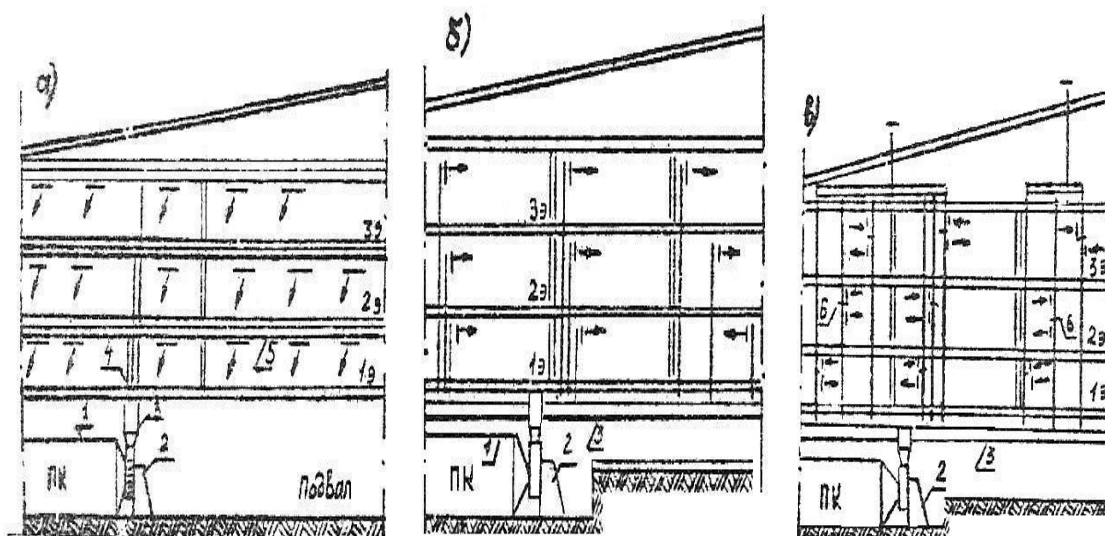
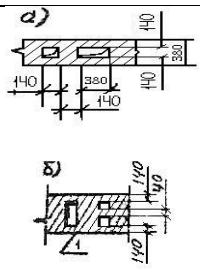
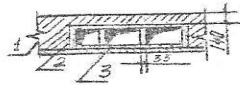
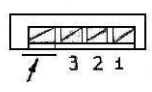
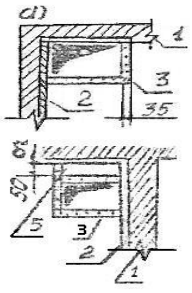
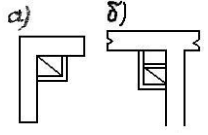
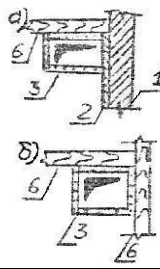
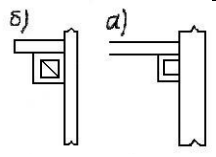
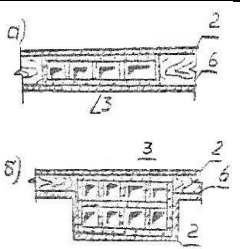
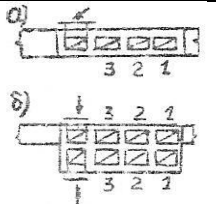
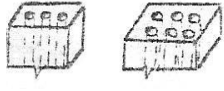
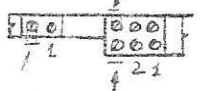


Рис.4 Схемы приточных и приточно-вытяжных систем:

- а – использование горизонтальных каналов для разводки воздуха по помещениям;
б – использование вертикальных каналов для разводки воздуха по помещениям;
в – использование одного канала для притока и вытяжки;
1 – приточная камера; 2 – вентагрегат; 3 – металлический воздуховод;
4 – вертикальный канал; 5 – горизонтальный канал; 6 – перемычка.

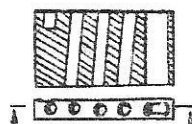
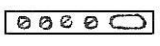
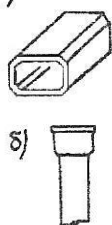
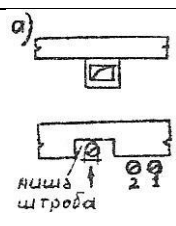
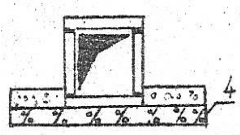
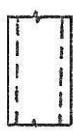
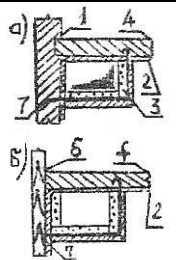
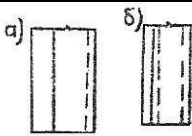
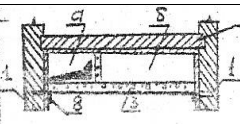
Продолжение приложения 1.

Таблица 1. Конструкция вентиляционных каналов

№ п. п	Тип канала	Конструкция канала	Применение	Литература	Условные обозначения на чертеже
1	Вертикальный во внутренней кирпичной стене: а-при толщине стены в 1,5 кирпича и больше; б-при ширине стены в 2,5 кирпича и более.		Не устраиваются в наружных стенах и толще внутренних стен помещений с повышенной влажностью	[3, с.247, 6, с.153]	Цифра – номер нижележащего этажа, с которого идет канал
2	То же в борозде стены, заделываемой стеной		То же при толщине стен в 1,5-2 кирпича	То же	
3	Вертикальный приставной канал у несгор. стены: а – у внутр. стены; б – у наружн. стены /в исключит. случаях/		Выполняются из плит шлакогипсовых, шлакобетонных, гипсоволокнистых, бетонных, шлакоалебастровых, наиболее часто используются асбоцементные, толщиной 40 мм. Плиты ш/г и ш/б применяются только в отапливаемых помещениях; ш/г и гипсоволокнистые – при нормальном влажностном режиме помещений; ш/б и бетонные – при влажном режиме. Размеры каналов из плит принимаются кратными 50 мм	- «-	
4	То же у сгораемой перегородки		Асбоцементные, толщиной 40 мм. Плиты ш/г и ш/б применяются только в отапливаемых помещениях; ш/г и гипсоволокнистые – при нормальном влажностном режиме помещений; ш/б и бетонные – при влажном режиме. Размеры каналов из плит принимаются кратными 50 мм	- "-	
5	Вертикальный канал из асбоцементных плит, встроенный в перегородку		Асбоцементные, толщиной 40 мм. Плиты ш/г и ш/б применяются только в отапливаемых помещениях; ш/г и гипсоволокнистые – при нормальном влажностном режиме помещений; ш/б и бетонные – при влажном режиме. Размеры каналов из плит принимаются кратными 50 мм	- "-	
6	Специальные бетонные вентиляционные блоки и стеновые панели		Применяется, если здание из блоков, выполняется по спецзаказу	Спецзаказ [6, с.15]	

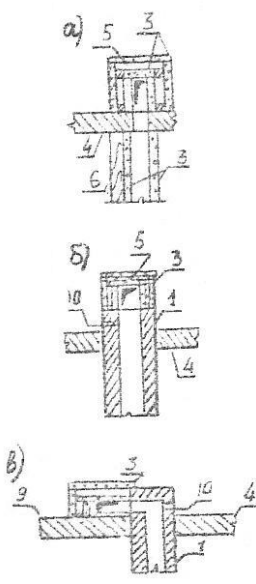
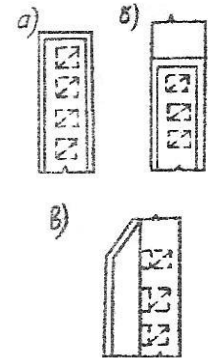
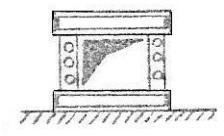
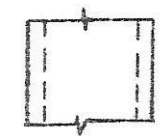
Продолжение приложения 1.

Продолжение таблицы 1.

№ п. п	Тип канала	Конструкция канала	Применение	Литература	Условные обозначения на чертеже
7	Вертикальный наклонный, блок с наклонными каналами	 Сборный канал	Удобен для многоэтажных зданий - позволяет обеспечивать забор воздуха в определенном месте по этажам	[6, с.154, 3, с.108] Спецзаказ	
8	Асбоцементные бесшовные короба (вертикальные или горизонтальные – рис. а и асбоцементные – рис. б)		Как в сухих, так и влажных помещениях. Применение ограничено малым выпуском заводами страны. Максимальный размер 200×300 мм прямоугольных, макс. диаметр круглых 200 мм.	[3, с.247]	 нижняя штроба
9	Каналы из пеноглинистых и пеностекляных плит (вертикальные или горизонтальные)		Должны оштукатуриваться. Рекомендуется для чердачных помещений. Применение ограничено малым выпуском в связи с трудоемкостью.	[3, с.248]	
10	Горизонтальный подвесной канал из асбоцементных и шлакоалебастровых плит толщиной 35-40 мм.		Как 3,4,5	[6, с.153]	
11	Подшивные горизонтальные каналы: а – канал; б – фальшпотолок		При большой ширине канала (в коридорах)	[6, с.156]	

Продолжение приложения 1.

Окончание таблицы 1.

№ п.п	Тип канала	Конструкция канала	Применение	Литература	Условные обозначения на чертеже
12	Чердачные вентиляционные короба. Чердачные короба из плит толщиной 40 мм с двойными стенками: а – присоединение приставных вертикальных каналов; б – присоединение стенных вертикальных каналов с установкой короба на стене; в - присоединение стенных вертикальных каналов с установкой короба рядом со стеной.		Для удаления воздуха из помещений кухонь, санитарных узлов и домовых прачечных. Короба выполняются из бетонных и шлакобетонных плит, в остальных случаях – из шлакогипсовых плит.	[3, с.247; 6, с.156]	
13	Чердачный короб из шлакогипсовых и шлакобетонных плит толщиной 100 мм.		То же	[6, с.156]	

ПРИМЕЧАНИЕ:

На рисунках цифрами обозначены: 1 – кирпичная стена (на поз.3,4,5 – стена из негорючего материала – кирпичная, бетонная); 2 – штукатурка, затирка; 3 – асбоцементная или другая плита; 4 – перекрытие; 5 – воздушная прослойка; 6 – сгораемая перегородка; 7 – подвеска стальная d=6 мм; 8 – тавровая сталь; 9 – шлак залитый раствором; 10 – регулировочная задвижка; 11 – фальшивая подшивка.

Конструкции вентиляционных вытяжных камер аналогичны конструкциям чердачных коробов [4, стр.20 и 6, стр.151].

Конструкция вытяжных шахт показана в литературе [4, стр.20; 6, стр.151, 157; 3, стр.110-111].

Окончание приложения 1.

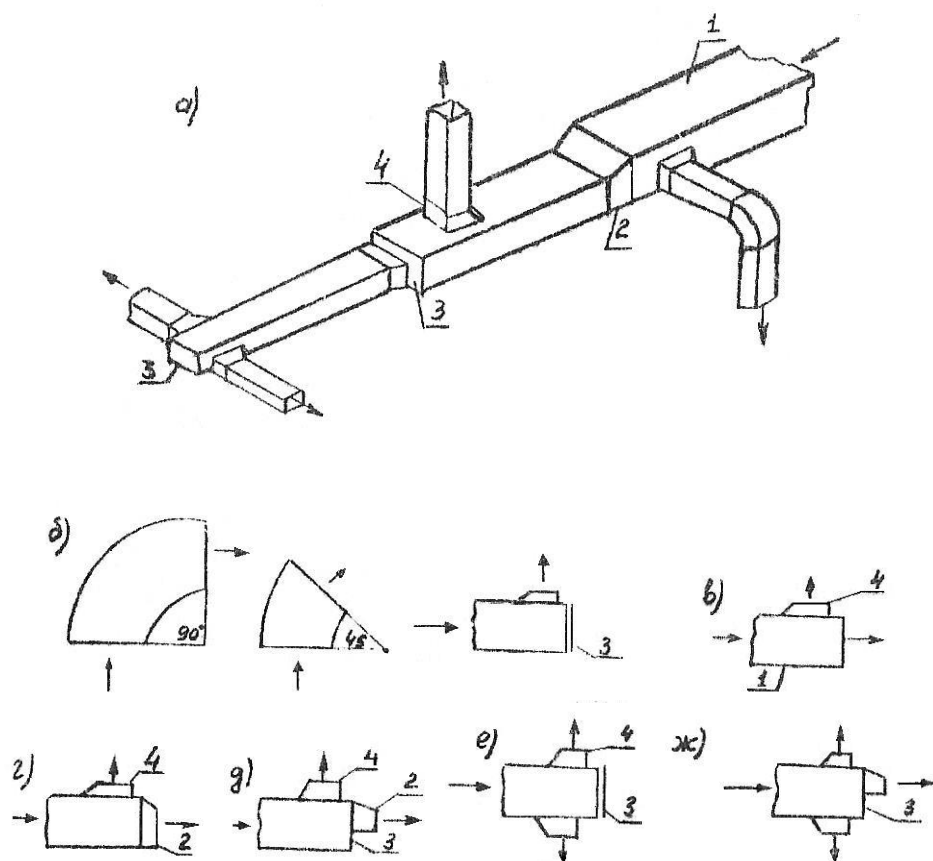


Рис.5. Унифицированные металлические воздуховоды прямоугольного сечения:
а – общий вид; б – отводы прямоугольного сечения; в – прямой равнопроходной тройник;
г – прямой неравнопроходной тройник; д – прямой тройник с врезкой перехода в глушку;
е – штанообразный тройник; ж – крестовина;
1 – прямой участок; 2 – переход; 3 – заглушка; 4 – базовая врезка-переход.

Приложение 2. Пример компоновки вентиляционных систем и конструктивных решений приточно-вытяжной вентиляции общественного здания

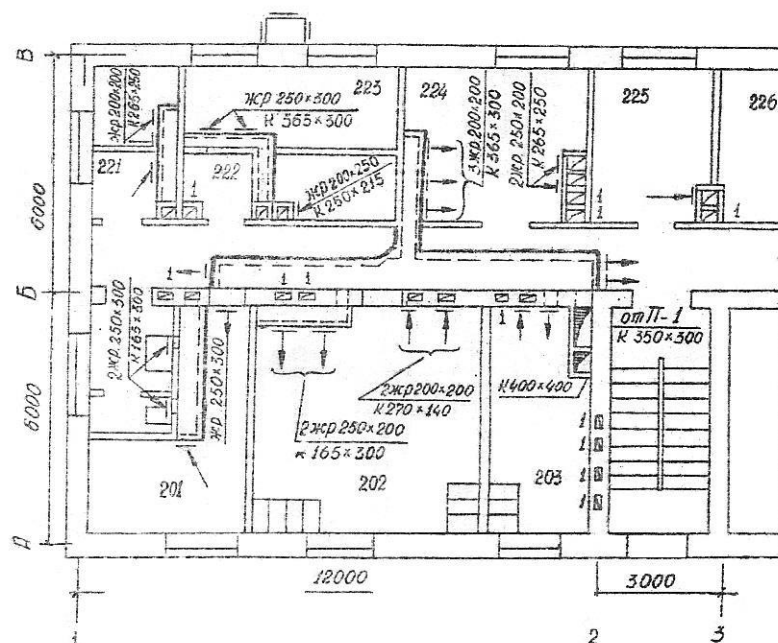


Рис.1. План 2-го этажа
Приточно-вытяжная вентиляция

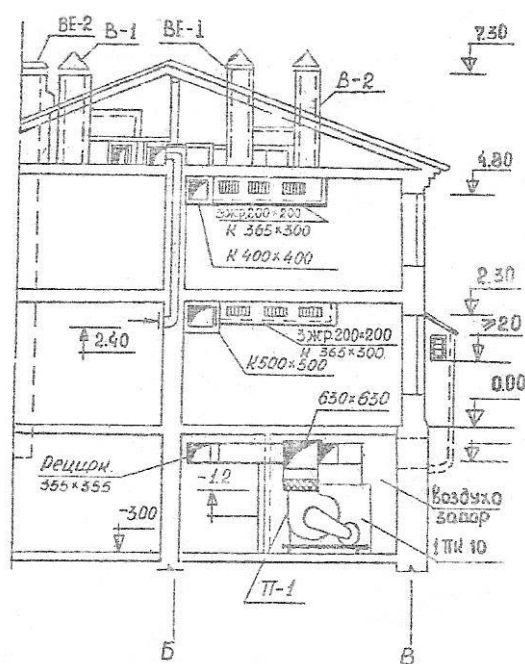


Рис.2. Разрез по I-I

Окончание приложения 2.

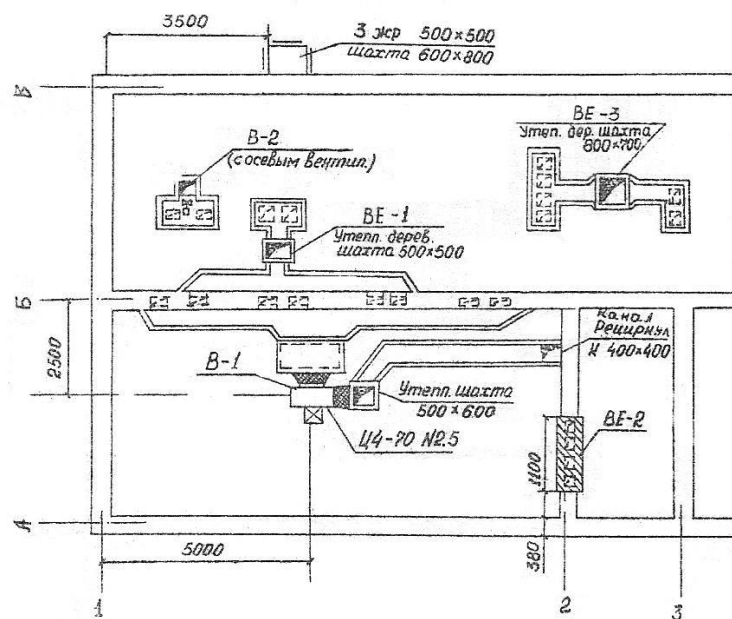


Рис.3. План чердака

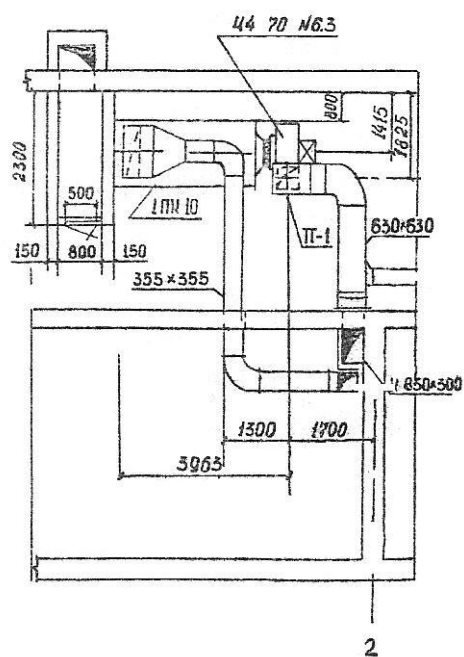


Рис.4. Фрагмент плана подвала

Приложение 3. Коэффициенты сопротивления тройников прямоугольного сечения в режиме нагнетания

Таблица 1. Значение ξ узлов ответвления прямоугольного сечения в режиме нагнетания

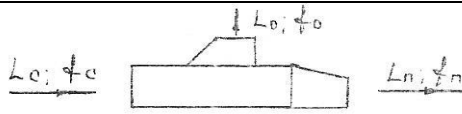
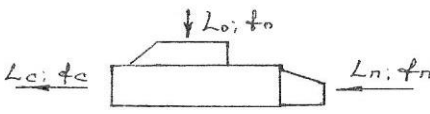
L_o/L_c																				
	ξ_n при f_w/f_c										ξ_o при f/f_c									
	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,1	0,05	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,1	0,05
0,05	-	-	-	-	-	-	23,7	15,1	3,9	1,3	-	-	-	-	-	29,5	19,5	11,7	2,2	0,4
0,1	-	-	-	23,7	15,1	8,5	6,0	3,9	1,3	0,7	-	-	28,8	19,5	11,8	6,1	3,8	2,2	0,4	0,3
0,2	15,1	11,3	8,5	6,0	3,9	2,4	1,8	1,3	0,7	0,5	11,7	8,6	6,1	3,9	2,2	1,1	0,7	0,4	0,3	0,3
0,3	6,8	5,3	4,0	2,8	2,0	1,3	1,0	0,9	0,6	0,4	4,6	3,3	2,25	1,45	0,8	0,4	0,35	0,3	0,3	
0,4	3,9	3,1	2,4	1,8	1,3	1,0	0,8	0,7	0,5	0,3	2,25	1,65	1,1	0,75	0,4	0,3	0,3	0,3	-	-
0,5	2,7	2,2	1,6	1,3	1,0	0,8	0,73	0,65	0,5	0,2	1,3	1,0	0,7	0,45	0,3	0,3	0,3	0,3	-	-
0,6	2,0	1,7	1,3	1,1	0,9	0,7	0,7	0,6	0,4	0,06	0,9	0,65	0,45	0,35	0,3	0,3	0,3	0,3	-	-
0,7	1,6	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,35	-0,06	0,6	0,45	0,35	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	-	-
0,8	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,3	-0,2	0,45	0,35	0,3	0,3	0,3	-	-	-	-	-
0,9	1,2	1,05	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,2	-0,3	0,35	0,3	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-
0,95	1,1	0,97	0,85	0,75	0,7	0,6	0,5	0,5	0,2	-0,35	-	0,35	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-

Таблица 2. Значение ξ узлов ответвления прямоугольного сечения в режиме всасывания

f/f_c	L_o/L_c																		
		ξ_n при f_w/f_c									ξ_o при f/f_c								
		0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,1
1,0	0,05	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-33,8	-16,5	-
	0,1	-	-	-	-	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	-	-	-	-	-13,7	-10,2	-8,4	-6,5	-2,9
	0,2	-	-	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,3	0,45	-	-	-3,3	-2,5	-1,75	-1,0	-0,7	-0,35	-0,16
	0,3	0,3	0,3	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,9	-1,1	-0,8	-0,4	-0,15	-0,15	0,4	0,45	0,55	0,6
	0,4	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	-	0,0	0,2	0,4	0,55	0,7	0,75	0,8	0,8	-
	0,5	0,45	0,5	0,65	0,7	0,95	1,2	-	-	-	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	-	-	-
0,8	0,6	0,55	0,7	0,9	1,2	1,6	-	-	-	-	0,7	0,8	0,85	0,9	0,95	-	-	-	-
	0,1	-	-	-	-	-	0,3	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-8,1	-6,6	-5,0	-
	0,2	-	-	0,35	0,35	0,35	0,4	0,45	0,45	-	-	-	-2,2	-1,7	-1,0	-0,45	-0,2	0,0	-
	0,3	0,35	0,4	0,45	0,45	0,5	0,6	0,65	0,7	-	-0,6	-0,3	0,0	0,2	0,5	0,7	0,75	0,8	-
	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,7	0,9	1,0	1,15	-	0,3	0,45	0,6	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	-
	0,5	0,55	0,65	0,75	0,9	1,1	1,4	1,6	2,0	-	0,65	0,75	0,85	0,95	1,0	1,0	1,0	1,0	-
0,65	0,6	0,65	0,85	1,1	1,4	1,8	2,4	2,9	-	-	0,8	0,9	0,95	1,0	1,1	1,1	1,0	-	-
	0,7	0,75	1,2	1,7	2,3	3,2	4,6	-	-	-	0,85	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	-	-	-
	0,2	-	-	-	0,35	0,35	0,4	-	-	-	-	-	-	-1,15	-0,7	-0,15	-	-	-
	0,3	0,35	0,4	0,4	0,45	0,5	0,55	-	-	-	-0,25	-0,05	0,2	0,45	0,65	0,85	-	-	-
	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,65	0,8	-	-	-	0,45	0,6	0,7	0,85	1,0	1,0	-	-	-
	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,95	1,25	-	-	-	0,7	0,8	0,9	1,0	1,05	1,1	-	-	-
0,6	0,6	0,65	0,8	0,95	1,25	1,6	2,1	-	-	-	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	-	-	-
	0,7	0,8	1,1	1,5	2,0	2,7	3,75	-	-	-	0,8	0,9	0,95	1,0	1,1	1,1	-	-	-
	0,8	1,1	1,9	3,0	-	-	-	-	-	-	0,8	0,9	0,95	-	-	-	-	-	-
	0,2	-	0,25	0,3	0,35	0,35	-	-	-	-	-	-1,5	-1,2	-0,8	-0,4	-	-	-	-
	0,3	0,25	0,3	0,35	0,35	-	-	-	-	-	0	0,1	0,25	0,45	0,65	-	-	-	-
	0,4	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	-	-	-	-	0,5	0,6	0,8	0,9	0,95	-	-	-	-
0,5	0,5	0,4	0,45	0,55	0,6	0,75	-	-	-	-	0,7	0,75	0,85	0,95	1,0	-	-	-	-
	0,6	0,5	0,65	0,8	0,95	1,2	-	-	-	-	0,75	0,8	0,9	1,0	1,0	-	-	-	-
	0,7	0,7	0,95	1,2	1,7	2,2	-	-	-	-	0,8	0,85	0,9	1,0	1,0	-	-	-	-
	0,8	1,1	1,7	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,85	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение приложения 3

Таблица 3. Значения ξ узлов ответвления прямоугольного сечения с врезкой перехода в заглушку в режиме всасывания

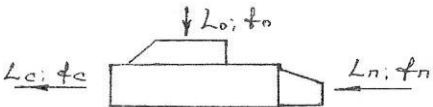
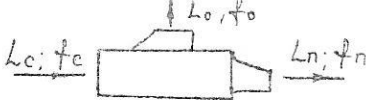
f_n/f_c	f_o/f_c										
		ξ_n при L_o/L_c					ξ_o при L_o/L_c				
		0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
0,5	0,6	—	—	4,2	2,2	1,45	—	—	0,65	0,45	-0,15
	0,5	—	—	—	1,55	1,0	—	—	0,55	0,5	0,25
0,4	0,7	—	5,85	2,55	1,6	—	—	0,75	0,5	0,0	-1,2
	0,6	—	—	1,75	1,1	0,85	—	—	0,5	0,15	-0,6
0,35	0,7	—	2,75	1,45	1,1	—	—	0,7	0,45	-0,15	-1,5
	0,6	—	—	0,8	0,65	0,65	—	0,55	0,4	0,0	-0,85
0,3	0,8	—	1,4	1,15	—	—	0,9	0,75	0,35	-0,55	-2,5
	0,7	—	0,35	0,55	0,70	—	—	0,6	0,35	-0,3	-1,75
0,25	0,8	-6,65	-0,6	0,45	—	—	0,9	0,7	0,25	-0,75	-2,85
	0,7	—	-1,3	0,0	0,45	—	—	0,55	0,25	-0,5	-2,00

Таблица 4. Значения ξ узлов ответвления прямоугольного сечения с врезкой перехода в заглушку в режиме нагнетания

L_o/L_c												
	ξ_n при f_n/f_c							ξ_o при f_o/f_c				
	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
0,5	0,46	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,45	2,00	1,50	1,10	0,80	0,55
0,6	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,50	1,25	0,95	0,75	0,55	0,40
0,7	1,10	0,95	0,85	0,75	0,70	0,60	0,60	0,90	0,70	0,55	0,45	0,35
0,8	2,50	2,10	1,80	1,50	1,30	1,00	0,90	0,70	0,55	0,45	0,40	0,35
0,9	11,0	8,90	7,50	6,00	4,70	3,50	2,50	0,55	0,45	0,40	0,35	0,30

Примечания к таблицам: f_n, f_o, f_c – площади прохода, ответвления и ствола тройника; L_o, L_c – расход воздуха в ответвлении и стволе тройника; ξ_n, ξ_o – коэффициенты сопротивления прохода и ответвления тройника, отнесенные соответственно к скорости воздуха в проходе и ответвлении. Прочерками отмечены сочетания размеров тройников, которые при проектировании практически не встречаются.

Окончание приложения 3

Таблица 5. Значения ζ отводов прямоугольного сечения

h, мм	Значения ζ при b, мм													
	100	150	250	300	400	500	600	800	1000	1250	1600	2000	2400	3200
100		$\frac{0,18}{0,13}$	$\frac{0,31}{0,2}$											
150	$\frac{0,08}{0,06}$	$\frac{0,16}{0,11}$	$\frac{0,28}{0,2}$	$\frac{0,36}{0,26}$										
250	$\frac{0,07}{0,04}$	$\frac{0,14}{0,1}$	$\frac{0,25}{0,18}$	$\frac{0,32}{0,23}$	$\frac{0,41}{0,29}$	$\frac{0,51}{0,36}$	$\frac{0,59}{0,38}$	$\frac{0,74}{0,47}$						
300		$\frac{0,13}{0,09}$	$\frac{0,24}{0,17}$	$\frac{0,29}{0,19}$	$\frac{0,4}{0,25}$	$\frac{0,49}{0,31}$	$\frac{0,57}{0,36}$	$\frac{0,7}{0,45}$	$\frac{0,58}{0,37}$					
400			$\frac{0,22}{0,16}$	$\frac{0,27}{0,17}$	$\frac{0,37}{0,26}$	$\frac{0,45}{0,32}$	$\frac{0,53}{0,37}$	$\frac{0,65}{0,46}$	$\frac{0,54}{0,34}$	$\frac{0,63}{0,4}$				
500			$\frac{0,21}{0,15}$	$\frac{0,26}{0,16}$	$\frac{0,35}{0,25}$	$\frac{0,43}{0,3}$	$\frac{0,5}{0,35}$	$\frac{0,62}{0,39}$	$\frac{0,51}{0,32}$	$\frac{0,59}{0,38}$	$\frac{0,74}{0,47}$	$\frac{0,85}{0,54}$		
600			$\frac{0,2}{0,13}$	$\frac{0,25}{0,16}$	$\frac{0,33}{0,24}$	$\frac{0,41}{0,29}$	$\frac{0,48}{0,34}$	$\frac{0,59}{0,42}$	$\frac{0,68}{0,48}$	$\frac{0,76}{0,54}$	$\frac{0,77}{0,55}$	$\frac{0,81}{0,59}$	$\frac{0,8}{-}$	
800			$\frac{0,19}{12}$	$\frac{0,23}{15}$	$\frac{0,31}{0,22}$	$\frac{0,38}{0,27}$	$\frac{0,44}{0,31}$	$\frac{0,55}{0,39}$	$\frac{0,64}{0,45}$	$\frac{0,71}{0,5}$	$\frac{0,83}{0,59}$	$\frac{0,85}{0,61}$	$\frac{0,65}{-}$	$\frac{0,65}{-}$
1000				$\frac{0,22}{14}$	$\frac{0,29}{19}$	$\frac{0,36}{0,26}$	$\frac{0,42}{0,3}$	$\frac{0,52}{0,37}$	$\frac{0,6}{0,43}$	$\frac{0,57}{0,48}$	$\frac{0,78}{0,55}$	$\frac{0,87}{0,62}$	$\frac{0,6}{-}$	$\frac{0,65}{-}$
1250					$\frac{0,28}{0,18}$	$\frac{0,34}{0,22}$	$\frac{0,4}{0,28}$	$\frac{0,5}{0,35}$	$\frac{0,58}{0,41}$	$\frac{0,64}{0,45}$	$\frac{0,75}{0,53}$	$\frac{0,83}{0,59}$	$\frac{0,6}{-}$	$\frac{0,65}{-}$
1600						$\frac{0,32}{0,2}$	$\frac{0,37}{0,24}$	$\frac{0,46}{0,33}$	$\frac{0,54}{0,38}$	$\frac{0,6}{0,42}$	$\frac{0,7}{0,49}$	$\frac{0,78}{0,55}$	$\frac{0,65}{-}$	$\frac{0,65}{-}$
2000						$\frac{0,3}{0,19}$	$\frac{0,3}{0,22}$	$\frac{0,44}{0,28}$	$\frac{0,51}{0,36}$	$\frac{0,57}{0,4}$	$\frac{0,66}{0,47}$	$\frac{0,6}{-}$	$\frac{0,65}{-}$	$\frac{0,8}{-}$
2400							$\frac{0,7}{-}$	$\frac{0,75}{-}$	$\frac{0,75}{-}$	$\frac{0,6}{-}$	$\frac{0,75}{-}$	$\frac{0,6}{-}$	$\frac{0,7}{-}$	$\frac{0,75}{-}$
3200								$\frac{0,75}{-}$	$\frac{0,8}{-}$	$\frac{0,65}{-}$	$\frac{0,75}{-}$	$\frac{0,6}{-}$	$\frac{0,7}{-}$	$\frac{0,75}{-}$
4000									$\frac{0,8}{-}$	$\frac{0,7}{-}$	$\frac{0,8}{-}$	$\frac{0,6}{-}$	$\frac{0,7}{-}$	

Приложение 4. Типовые приточные камеры

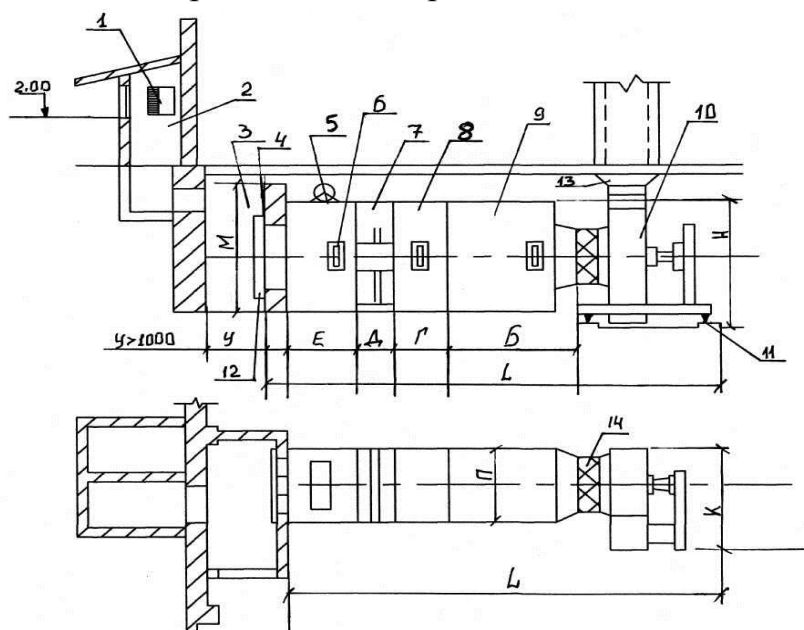


Рис. 1 Приточная камера:

- 1 - воздухозаборные жалюзи; 2 - воздухозаборная шахта; 3 - воздухозаборная камера;
 4 - электропривод утепленного клапана; 5 - рециркуляционный клапан;
 6 - приемная секция (с фильтром или без фильтра); 7 - калориферная секция;
 8 - соединительная секция; 9 - оросительная камера; 10 - вентиляционный агрегат;
 11 - виброоснование; 12 - утепленный клапан; 13 - металлический воздуховод;
 14 - мягкая вставка.

Таблица 1. Размеры приточных камер

Тип камеры	Вентилятор	L	Е	Д	Б	К	П	М	Н
2ПК-10	Ц4-70 №5	5035	1010	446	2300	1325	1325	1710	-
	Ц4-70 №6,3	5265							
2ПК-20	Ц4-70 №8	5900	1425	466	2300	1560	1340	2285	-
	Ц4-70 №10	6280							
2ПК-31,5	Ц4-70 №10	6255	1425	466	2300	1950	1750	1950	2010
2ПК-40	Ц4-70 №12,5	6900	1625	466	2365	2560	2534	2650	-
2ПК-63	Ц4-70 №12,5	6900							
	Ц4-76 №16	7230	1625	466	2365	3750	2534	3150	3276
	В-Ц4-70 №16	7350							
2ПК-80	Ц4-76 №16	7250	1625	466	2300	3750	3810	3250	3276
	В-Ц4-70 №16	7370							
2ПК-125	Ц4-76 №16	7520	1825	486	2300	3750	3010	4175	3750
2ПК-125А	В-Ц4-70 №16								
	Ц4-76 №20	8005	1825	486	2300	4300	3810	4175	-

- Примечание: 1. Ширина калориферной секции указана при двухрядной установке калориферов.
 2. Ширина приемной секции указана с учетом установки в ней фильтра.
 3. Вентиляционный агрегат вычерчивается по размерам, приведенным в /2/.
 4. Ширина соединительной секции принята 1035 мм. – «Г»

Продолжение приложения 4.

Таблица 2. Технические характеристики калориферной секции

Тип камеры	Калориферы			Массовая скорость воздуха, кг/м ² ·с		Сопротивление проходу воздуха, кгс/м ²		Общее живое сечение прохода воздуха, м ²	Общая поверхность нагрева, м ²	Живое сечение обводного канала, м ²		
	обозначе- ние калорифе- ра	№	кол-во в одном ряду	свыше	до	свыше	до					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
2ПК10	КВС10-П	10	2	1,92	5,5	0,61	3,5	0,606	50,2	0,231		
	КВБ10-П					0,83	4,7		66,7			
	КСк3-10			2,43	6,94	0,5	4,5	0,49	42,06			
	КСк4-10					0,7	5,5		55,6			
2ПК20	КВС10-П	10	3	3,66	7,32	1,75	5,4	0,91	75,5	0,462		
	КВБ10-П					2,4	7,8		100			
	КСк3-10			4,63	9,26	2,3	7,2	0,72	63,09			
	КСк4-10					2,8	9,2		83,4			
2ПК31,5	КВС12-П	12	1	5,14	8,09	3,1	6,3	1,298	108	0,47		
	КВБ12-П					4,1	8,9		143,5			
	КСк3-12			6,38	10,04	3,9	8,4	1,045	91,8			
	КСк4-12					4,8	10,5		122,4			
2ПК40	КВС11-П	11	1	4,85	6,16	2,9	4,2	2,165	180	0,865		
	КВС12-П	12										
	КВБ11-П	11	1			3,8	5,6	2,165	239			
	КВБ12-П	12										
	КСк3-11	11	1	6,03	7,66	3,6	5,3	1,74	152,7			
	КСк3-12	12										
	КСк4-11	11	1			4,2	6,5	1,74	203,4			
	КСк4-12	12										
2ПК63	КВС12-П	12	2	5,13	8,08	3,2	6,2	2,6	210			
	КВБ12-П					4,2	8,7		287			
	КСк3-12			6,38	10,05	3,9	8,4	2,09	183,6			
	КСк4-12					4,8	10,2		244			
2ПК80	КВС11-П	11	2	4,85	6,15	2,9	4,2	4,33	360	2,0		
	КВС12-П	12										
	КВБ11-П	11	2	4,85	6,16	3,8	5,6	4,33	479			
	КВБ12-П	12										
	КСк3-11	11	2	6,03	7,66	3,6	5,3	3,48	305,4			
	КСк3-12	12										
	КСк4-11	11	2			4,2	6,5	3,48	406,8			
	КСк4-12	12										
2ПК125	КВС11-П	11	2	3,85 (6,01)	6,01 97,21)	2,0	4,0	6,93	576	2,74		
	КВС12-П	12	4			(4,0)	(5,2)		766			
	КВБ11-П	11	2			2,6	53				5,57	489
	КВБ12-П	12	4			(5,2)	(7,2)					
2ПК125А	КСк3-11	11	2	4,79 (7,48)	7,48 (8,98)	2,5	5,1	5,57	489			
	КСк3-12	12	4			(5,1)	(7,0)					
	КСк4-11	11	2			3,0	6,4		651,6			
	КСк4-12	12	4			(6,1)	(8,6)					

Примечание: В таблице 2 количество калориферов, сопротивление проходу воздуха и общая поверхность нагрева приведена для однородной калориферной установки. При двух и трех-рядной установке калориферов указанные показатели сопротивлению удваивают или утраивают. При определении этих показателей для калориферных секций с неполным последним рядом необходимо учитывать, что в последнем ряду секций могут быть сняты от одного до четырех калориферов. Данные, приведенные в скобках относятся к приточной камере 2ПК125А.

Продолжение приложения 4.

Таблица 3. Значение аэродинамического сопротивления оборудования и секций камер

Тип камеры	Про- изво- дитель- ность по воздуху тыс. м³/ч	Калориферная секция (при однорядной установке калорифера)		Приемная секция		Ороси- тельная секция	Соеди- нитель- ная секция	
				с фильтром	без фильтра			
		Тип ка- лорифера	Сопротивление проходу воздуха, кгс/м²					
1	2	3	4	5	6	7	8	
2ПК10	3,5	КВС10-П	0,01	до 30	3	7	2(4)	
		КВБ10-П	0,03					
		КСк3-10	0,5					
		КСк4-10	0,7					
	10	КВС10-П	3,5			13		
		КВБ10-П	4,7					
		КСк3-10	4,5					
		КСк4-10	5,5					
2ПК20	10	КВС10-П	1,75			7		
		КВБ10-П	2,4					
		КСк3-10	2,3					
		КСк4-10	2,3					
	20	КВС10-П	5,4			13		
		КВБ10-П	7,8					
		КСк3-10	7,2					
		КСк4-10	9,2					
2ПК31,5	20	КВС12-П	3,1			7		
		КВБ12-П	4,1					
		КСк3-12	3,9					
		КСк4-12	4,8					
	31,5	КВС12-П	6,3			13		
		КВБ12-П	8,9					
		КСк3-12	8,4					
		КСк4-12	10,5					
2ПК40	31,5	КВС11-П	2,9			7		
		КВС12-П						
		КВБ11-П	3,8					
		КВБ12-П						
		КСк3-11	3,6					
		КСк3-12						
		КСк4-11	4,2					
		КСк4-12						
	40	КВС11-П	4,2			13		
		КВС12-П						
		КВБ11-П	5,6					
		КВБ12-П						
		КСк3-11	5,3					
		КСк3-12						
		КСк4-11	6,5					
		КСк4-12						

Продолжение приложения 4.

Продолжение таблица 3.

Тип камеры	Про- изво- дитель- ность по воздуху тыс. м³/ч	Калориферная секция (при однорядной установке калорифера)		Приемная секция		Ороси- тельная секция	Соеди- нитель- ная секция
		Тип ка- лорифера		с фильтром	без фильтра		
				Сопротивление проходу воздуха, кгс/м²			
1	2	3	4	5	6	7	8
2ПК63	40	КВС12-П	3,2	до 30	3	9	2(5)
		КВБ12-П	4,2				
		КСк3-12	3,9				
		КСк4-12	4,8				
	63	КВС12-П	6,2			13	
		КВБ12-П	8,7				
		КСк3-12	8,4				
		КСк4-12	10,2				
2ПК80	63	КВС11-П				8	
		КВС12-П	2,9				
		КВБ11-П					
		КВБ12-П	3,8				
		КСк3-11					
		КСк3-12	3,6				
		КСк4-11					
		КСк4-12	4,2				
	80	КВС11-П		13			
		КВС12-П	4,2				
		КВБ11-П					
		КВБ12-П	5,6				
		КСк3-11					
		КСк3-12	5,3				
		КСк4-11					
		КСк4-12	6,5				
2ПК125 2ПК125А	80	КВС11-П	2,0	7			
		КВС12-П	(4,0)				
		КВБ11-П	2,6				
		КВБ12-П	(5,2)				
		КСк3-11	2,5				
		КСк3-12	(5,1)				
		КСк4-11	3,0				
		КСк4-12	(6,1)				
	31,5	КВС11-П	4,0	13			
		КВС12-П	(5,2)				
		КВБ11-П	5,3				
		КВБ12-П	(7,2)				
		КСк3-11	5,1				
		КСк3-12	(7,0)				
		КСк4-11	6,4				
		КСк4-12	(8,6)				

Продолжение приложения 4.

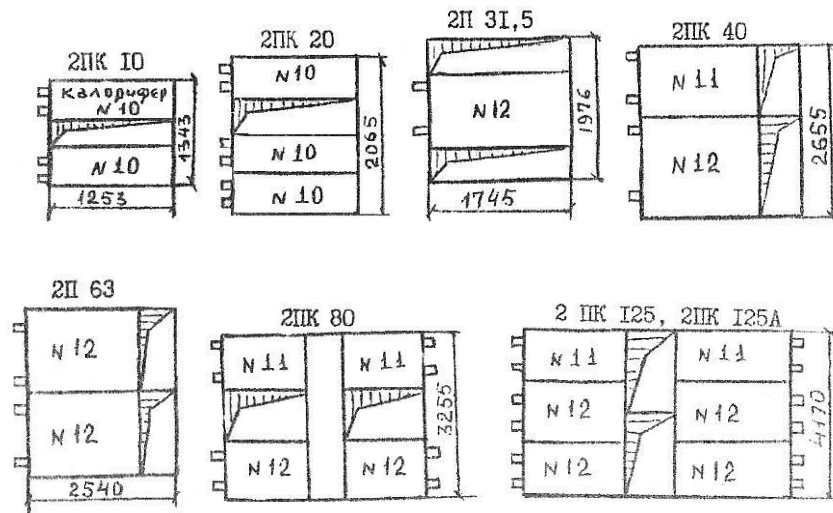


Рис. 2. Схема компоновки калориферов в поперечных сечениях секций подогрева приточных камер 2ПК10 – 2ПК125

Вариант компоновки калориферной секции учитывается при расчете потребной поверхности нагрева. Запас поверхности нагрева должен быть не более 10 %. Фактическая поверхность нагрева при однорядной установке калориферов приведена в табл. 2. Потребная поверхность нагрева определяется по формуле

$$F_i = \frac{Q}{k \left(\frac{t_i + t_e}{2} - \frac{t_i + t_1}{2} \right)},$$

$$\text{где } Q = G_k(t_n - t_1); \kappa = f(\vartheta\rho, w); w = \frac{q_a}{3600 f_o}; q_a = \frac{Q}{4190(t_i - t_e)}; \vartheta\rho = \frac{G_e}{3600 f_a};$$

F_n – потребная поверхность нагрева, м^2 ; Q – количества тепла, необходимого для нагрева приточного воздуха, т.е. теплопроизводительность калориферной секции приточной камеры, кДж/ч ; G – количество воздуха, подаваемого приточной камерой, кг/ч ; t_n – температура приточного воздуха, т.е. воздуха на выходе из секции подогрева, $^{\circ}\text{C}$; t_1 – температура воздуха перед секцией подогрева, т.е. температура наружного воздуха при прямоточной схеме вентиляции или температура смеси при схеме с рециркуляцией, $^{\circ}\text{C}$; t_n, t_k – начальная и конечная температура теплоносителя, $^{\circ}\text{C}$; $\vartheta\rho$ – массовая скорость движения воздуха, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; κ – коэффициент теплопередачи калорифера, определяемый по графику рис.3, $\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^{\circ}\text{C})$; f_o, f_m – живое сечение для прохода соответственно воздуха и теплоносителя, м^2 (табл.2,3).

Продолжение приложения 4.

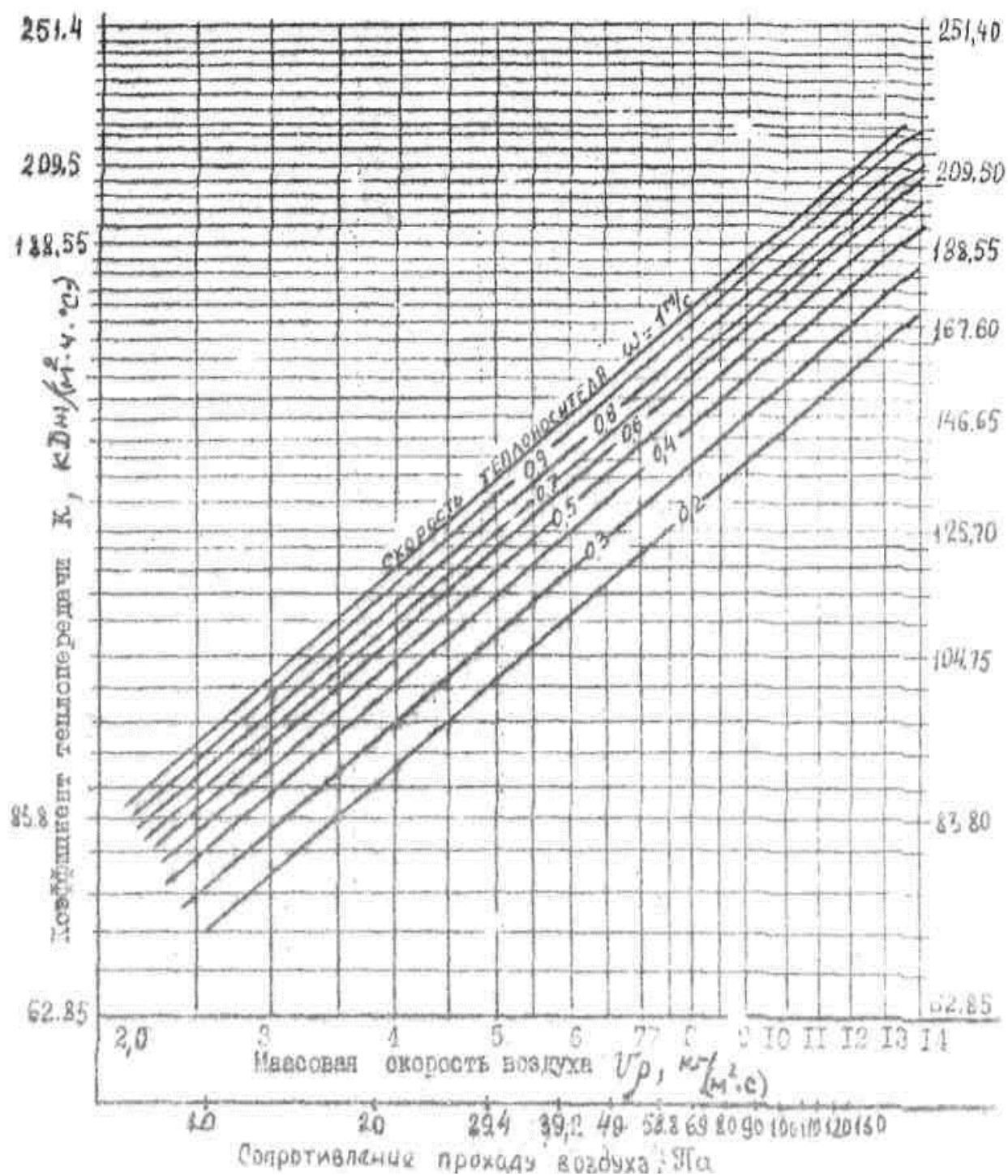


Рис.4. График для определения коэффициента теплопередачи и аэродинамического сопротивления пластинчатых калориферов типа КСк-4.

Продолжение приложения 4.

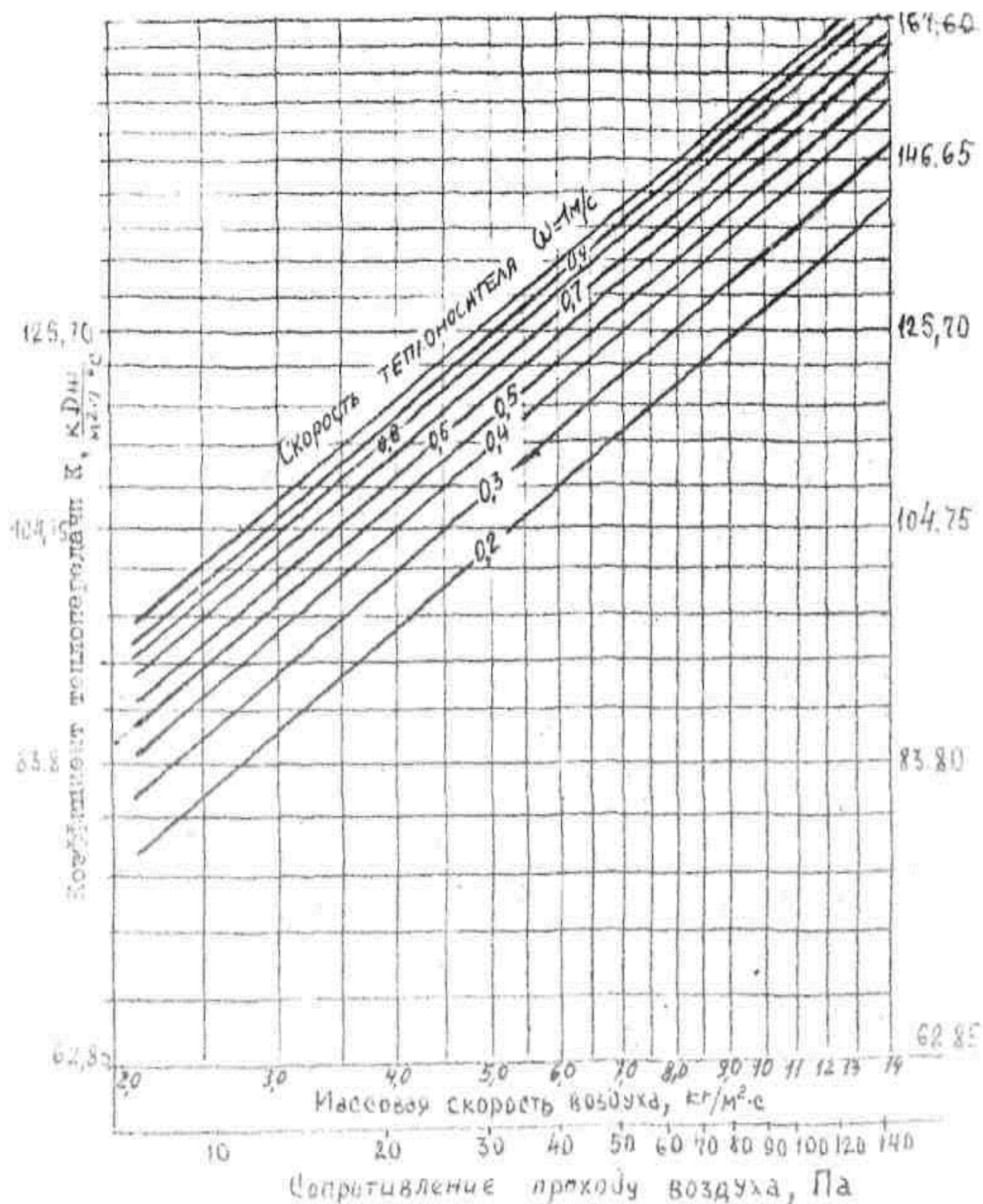


Рис.5. График для определения коэффициента теплопередачи и аэродинамического сопротивления пластинчатых калориферов типа КВС.

Окончание приложения 4.

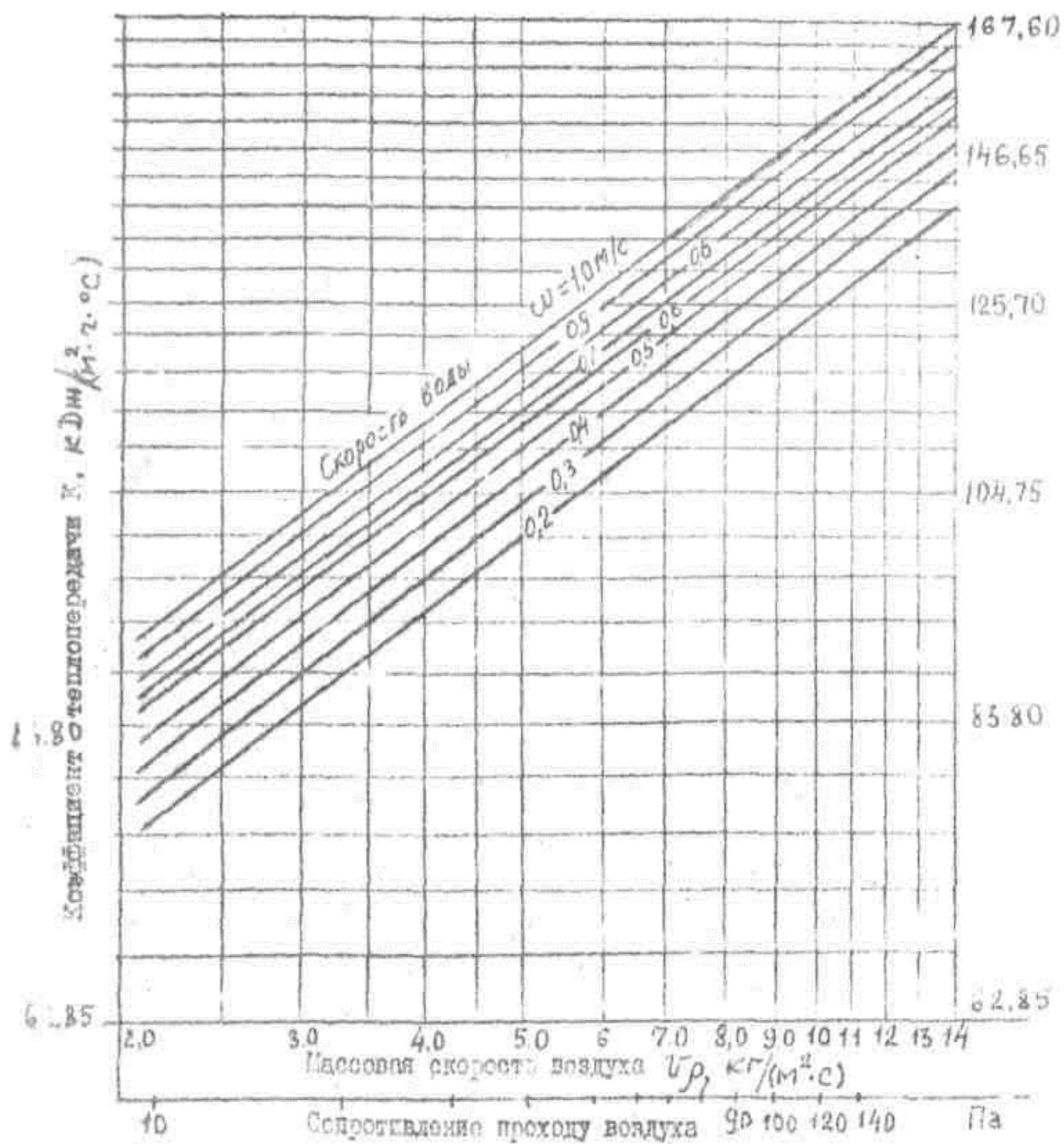


Рис.6. График для определения коэффициента теплопередачи и аэродинамического сопротивления пластинчатых калориферов типа КВБ.

Приложение 6.

Таблица 1. Теоретическое значение $\mu_{ст}$

Относительный расход L_o/L	Угол истечения, град							
	15	20	25	30	35	40	45	50
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,1941	0,2513	0,3039	0,3530	0,3963	0,4343	0,4689	0,4998
0,05	0,2923	0,3046	0,3351	0,3737	0,4147	0,4425	0,4830	0,5156
0,01		0,4317	0,3910	0,4126	0,4398	0,4618	0,4939	0,5156
0,2				0,5256	0,5041	0,5106	0,5243	0,5402
0,4						0,7210	0,6241	0,6620
0,6								0,7623
0,8								
1,0								

Продолжение таблицы 1.

Относительный расход L_o/L	Угол истечения, град							
	55	60	65	70	75	80	85	90
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,5263	0,5501	0,5684	0,5838	0,5956	0,6085	0,6091	0,61
0,05	0,5331	0,5544	0,5688	0,5862	0,5956	0,6009	0,6091	0,61
0,01	0,5395	0,5595	0,5688	0,5862	0,5656	0,5676	0,6091	0,61
0,2	0,5533	0,5698	0,5845	0,5925	0,5985	0,6068	0,6092	0,61
0,4	0,5910	0,5910	0,5999	0,6028	0,6041	0,6068	0,6092	0,61
0,6	0,6724	0,6410	0,6103	0,6183	0,6142	0,6079	0,6104	0,61
0,8	0,9914	0,7334	0,6797	0,6420	0,6266	0,6116	0,6103	0,61
1,0			0,7862	0,6919	0,6434	0,6195	0,6170	0,61

Приложение 7. Вентиляционные решетки

Решетки щелевые регулируемые типа Р. Серия 1.494-10

Общие сведения

Решетки типа Р предназначены для подачи и удаления воздуха системами вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха в производственных, административных, жилых и общественных зданиях с пониженными требованиями к параметрам воздуха рабочей зоны, в неответственных помещениях.

Их применение целесообразно при суммарной расчетной площади воздухоподающих устройств этого помещения не более $0,32 \text{ м}^2$.

Решетки имеют подвижную заслонку, позволяющую осуществлять регулирование расхода воздуха за счет изменения площади живого сечения щелей.

Решетки могут устанавливаться по одной или соединяться в панели из двух, трех и четырех решеток. Решетки изготавливаются из оцинкованной стали толщиной $0,7 \dots 0,8 \text{ мм}$. Поставляются поштучно или в деревянной таре по 50 шт.

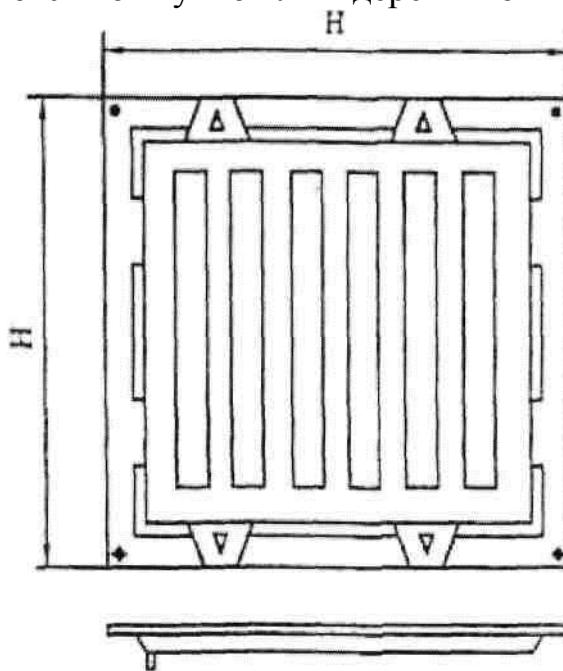


Рис.1. Вид и габаритные решетки типа Р

Таблица 1. Габаритные размеры решеток типа Р

Обозначение	Размеры окна в воздуховоде, мм	Габаритные размеры решетки Н×Н, мм	Площадь живого сечения, м^2	Масса, кг
1	2	3	4	5
Р 150	150×150	204×204	0,0144	0,3
Р 200	200×200	256×256	0,0256	0,5

Продолжение приложения 7.

Решетки вентиляционные регулируемые РВ. Серия 5.904-50

Вентиляционные регулируемые решетки РВ предназначены для установки в системах вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха помещений промышленных и общественных зданий, а также в воздухораспределителях ВПРВ для воздушного душирования постоянных рабочих мест.

Решетка РВ состоит из двух элементов; регулятора направления, позволяющего изменить угол выпуска струи воздуха в вертикальной плоскости в пределах 30° от горизонтальной оси, и регулятора аэродинамических характеристик струи воздуха, изменяющего значения скоростного и температурного коэффициентов в пределах 2 - 6,3 и 1,7- 5,1 соответственно.

Лопатки регулятора аэродинамических характеристик струи воздуха можно устанавливать веерно с углом раскрытия крайних лопаток от 0° до 45° ,

Установку углов, лопаток регуляторов направления и аэродинамических характеристик струи воздуха осуществляют с помощью планок с пазами.

Решетку изготавливают трех модификаций:

- 1 - с регулятором направления струи воздуха РВ1;
- 2 - с регулятором аэродинамических характеристик струи воздуха РВ3;
- 3- с регуляторами направления и аэродинамических характеристик струи воздуха, установленными в общем корпусе последовательно друг за другом по движению воздуха, РВ2. Корпус решеток всех модификаций имеет присоединительный и декоративный фланцы.

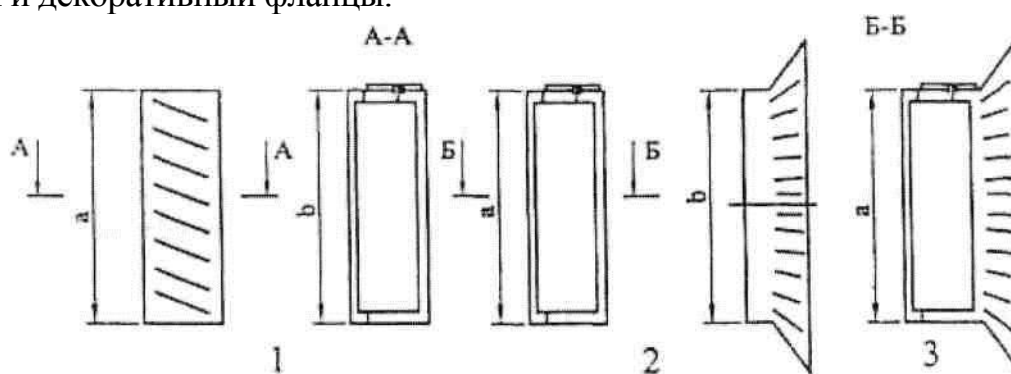


Рис.2. Вид и габаритные размеры регулируемых решеток РВ

Продолжение приложения 7.

Таблица 2. Габаритные размеры регулируемых решеток РВ

Обозначение	Размеры а×b, мм	Расчетная площадь (на входе воздуха), м ²	Масса, кг
РВ 1-1	150×150	0,025	0,9
РВ 1-2	250×250	0,0625	1,7
РВ 1-3	250×400	0,10	2,5
РВ 1-4	400×400	0,16	3,6
РВ 1-5	400×600	0,24	5,0
РВ 2-1	150×150	0,025	1,7
РВ2-2	250×250	0,0625	3,3
РВ 2-3	250×400	0,10	4,9
РВ 2-4	400×400	0,16	7,1
РВ 2-5	400×600	0,24	9,8
РВ 3-1	150×150	0,025	1,1
РВ3-2	250×250	0,0625	2,1
РВ 3-3	250×400	0,10	2,9
РВ 3-4	400×400	0,16	4,1
РВ 3-5	400×600	0,24	5,8

Приточно-вытяжные вентиляционные решетки

Общие сведения

Предназначены для оборудования систем вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха, в зданиях, помещениях и сооружениях различного назначения. Исполнение решеток учитывает повышенные требования к внешнему виду. Изготовлены решетки из листовой оцинкованной стали.

Предусмотренное регулирующее устройство обеспечивает возможность регулирования расхода приточного воздуха и изменения направления и скорости воздушного потока.

Регулирование расхода воздуха и изменение наклона лопаток регулятора направления осуществляется, с помощью ключа.

Имеют пожаробезопасное исполнение за счет применения негорючих лакокрасочных материалов широкой цветовой гаммы,

Возможен выпуск решеток любых типоразмеров, по специальному заказу.

Выпускается несколько типов вентиляционных решеток:

- решетки с вертикальными или (и) горизонтальными жалюзями;
- решетки с вертикальными или горизонтальными жалюзями и блоком регулировки;
- решетки с вертикальными и горизонтальными жалюзями и блоком регулировки.

Приточно-вытяжные решетки с горизонтальными пластинами для регулирования диапазона действия и направления воздушного потока. Пластины каплеобразной формы настраиваются поштучно. Возможна установка блока регулирования объема воздуха.

Продолжение приложения 7.

Приточно-вытяжные решетки с вертикальными пластинами для регулирования диапазона действия и направления воздушного потока. Пластины каплеобразной формы настраиваются поштучно. Возможна установка блока регулирования объема воздуха.

Приточно-вытяжные решетки с вертикальными и горизонтальными пластинами для регулирования диапазона действия и направления воздушного потока. Пластины каплеобразной формы настраиваются поштучно. Возможна установка блока регулирования объема воздуха.

Крепление решеток осуществляется:

- при помощи болтов (видимое крепление) без монтажной рамы или с монтажной рамой;
- на зажиме защелки (невидимое крепление) без монтажной рамы.

Площадь живого сечения решеток (m^2)

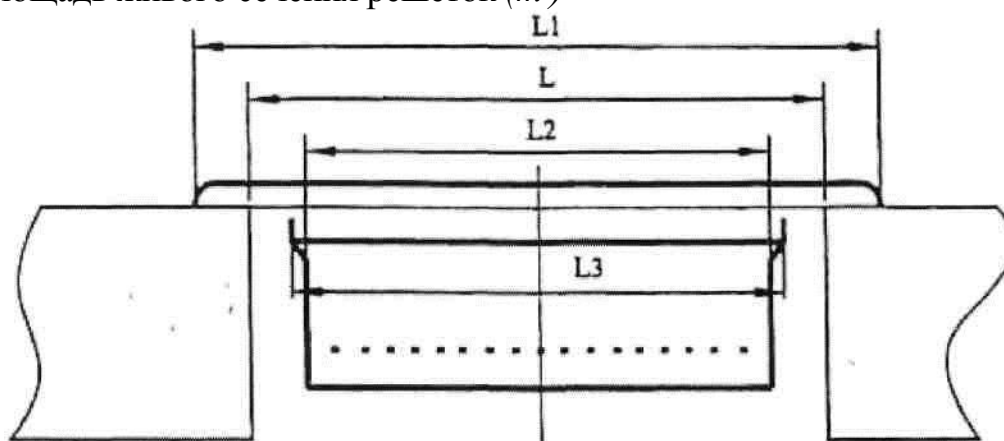


Рис.3. Вид и габаритные размеры приточно-вытяжных вентиляционных решеток

Таблица 3. Габаритные размеры приточно-вытяжных решеток

Размеры строительного проема, мм			Размеры решетки, мм			Внутренние размеры блока регулировки, мм	
длина	ширина		наружные	внутренние			
L	H	L1	H1	L2	H2	L3	H3
1	2	3	4	5	6	7	8
225	75	225	105	205	55	210	55
325		325		305		310	
425		425		405		410	
525		525		505		510	
625		625		605		610	
825		825		805		405(2шт.)	
1025		1025		1005		505(2шт.)	
1225		1225		1205		605(2шт.)	

Продолжение приложения 7.

Продолжение таблицы 3.

Размеры строительного проема, мм			Размеры решетки, мм			Внутренние размеры блока регулировки, мм	
длина		ширина	наружные		внутренние		
L	H	L1	H1	L2	H2	L3	H3
1	2	3	4	5	6	7	8
225	125	225	155	205	105	210	105
325		325		305		310	
425		425		405		410	
525		525		505		510	
625		625		605		610	
825		825		805		405(2шт.)	
1025		1025		1005		505(2шт.)	
1225		1225		1205		605(2шт.)	
225	225	225	255	205	205	210	205
325		325		305		310	
425		425		405		410	
525		525		505		510	
625		625		605		610	
825		825		805		405(2шт.)	
1025		1025		1005		505(2шт.)	
1225		1225		1205		605(2шт.)	
225	325	225	355	205	305	210	305
325		325		305		310	
425		425		405		410	
525		525		505		510	
625		625		605		610	
825		825		805		405(2шт.)	
1025		1025		1005		505(2шт.)	
1225		1225		1205		605(2шт.)	
625	425	625	455	605	405	610	405
825		825		805		405(2шт.)	
1025		1025		1005		505(2шт.)	
1225		1225		1205		605(2шт.)	

Таблица 4. Площадь живого сечения решетки (м²)

Длина, мм	Высота, мм				
	75	125	225	325	425
1	2	3	4	5	6
РС-Г					
225	0,0075	0,0160	0,0328	0,0496	0,0665
325	0,0109	0,0231	0,0474	0,0717	0,0961
425	0,0145	0,0307	0,0630	0,0953	0,1277
525	0,0181	0,0383	0,0786	0,1189	0,1593
625	0,0217	0,0459	0,0942	0,1425	0,1909

Окончание приложения 7.

Окончание таблицы 4.

Длина, мм	Высота, мм				
	75	125	225	325	425
1	2	3	4	5	6
РС-Г					
825	0,0289	0,0611	0,1254	0,1897	0,2541
1025	0,0361	0,0763	0,1566	0,2369	0,3171
1225	0,0433	0,0915	0,1878	0,2841	0,3805
РС-В					
225	0,0088	0,0170	0,0333	0,0497	0,0659
325	0,0127	0,0245	0,0481	0,0717	0,0957
425	0,0171	0,0329	0,0465	0,0961	0,1277
525	0,0214	0,0412	0,0808	0,1204	0,1600
625	0,0257	0,0495	0,0971	0,1447	0,1923
825	0,0343	0,0661	0,1297	0,1933	0,2569
1025	0,0430	0,0828	0,1624	0,2420	0,3216
1225	0,0516	0,0994	0,1950	0,2906	0,3862
РС-ВГ					
225	0,0070	0,0150	0,0294	0,0437	0,0581
325	0,0100	0,0224	0,0393	0,0586	0,0778
425	0,0155	0,0268	0,0523	0,0778	0,1033
525	0,0175	0,0334	0,0652	0,0970	0,1288
625	0,0209	0,0400	0,0781	0,1162	0,1544
825	0,0279	0,0532	0,1039	0,1547	0,2054
1025	0,0348	0,0664	0,1298	0,1931	0,2564
1225	0,0417	0,0797	0,1556	0,2315	0,3075