МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

# Утверждено на заседании кафедры инженерной защиты окружающей среды

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Кондиционирование здания жилого одноквартирного**

**Практикум**

по дисциплине «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий»

для обучающихся по направлению подготовки

08.03.01 «Строительство»

Ростов-на-Дону

2023г.

УДК 697.9

Практикум «Кондиционирование здания жилого одноквартирного» по дисциплине «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданийдля бакалавров направления подготовки 08.03.01 «Строительство» профиля подготовки «Теплогазоснабжение и вентиляция». ДГТУ - 31 с.

Содержатся сведения о проектировании и расчете систем кондиционирования воздуха для жилого одноквартирного здания. Использованы материалы, опубликованные в действующих нормативных и справочных документах.

Содержат задание, исходные данные, методические и справочные сведения.

Предназначены для обучающихся всех форм обучения по направлению 08.03.01 «Строительство», профиля «Теплогазоснабжение и вентиляция».

УДК 697.9

Составители:

канд. экон. наук, доцент Ю.Ю. Ткачёва,

ст. препод. А.П. Пирожникова

Печатается по решению редакционно-издательского совета

Донского государственного технического университета

Научный редактор доц., к.т.н. Лысова Е.П.

Ответственный за выпуск: зав. кафедрой «Инженерная защита окружающей среды»

доктор техн. наук, профессор Беспалов В.И.

В печать \_\_\_.\_\_\_.20\_\_\_ г.

Формат 60×84/16. Объем 1,44 усл. п. л.

Тираж 50 экз. Заказ №. \_\_\_.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:

344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный

технический университет, 2023

**ВВЕДЕНИЕ**

Практикум «Кондиционирование здания жилого одноквартирного» по дисциплине «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий» дает необходимую теоретическую базу для выполнения курсового проекта «Системы кондиционирования воздуха и холодоснабжения зданий» по модулю «Современные системы климатизации зданий».

Методические указания содержат общие рекомендации по проектированию и расчету систем кондиционирования в жилых малоэтажных домах.

**Указания по содержанию и оформлению практических работ**

Практические работы состоят из пояснительной записки и графической части, оформленной в рабочей тетради и выполненных вручную.

Наименование тем практических занятий:

1 Исходные данные для проектирования (согласно заданию).

2 Общие сведения о кондиционерах.

3 Расчет теплопоступлений в кондиционируемых помещениях.

4 Определение влагопоступлений в кондиционируемых помещениях.

5 Подбор оборудования системы кондиционирования воздуха.

6 Проектирование системы кондиционирования воздуха.

**1. Исходные данные для проектирования (согласно заданию)**

В практическом задании предусматривается разработка системы кондиционирования двухэтажного коттеджа без чердачного перекрытия с шатровой кровлей и полами на грунте.

Исходные данные для проектирования определяют по шифру (номеру) зачетной книжки.

1.1 Вариант плана коттеджа определяется и выдается преподавателем.

1.2 Район строительства, зона влажности, ориентация фасада принимаются по таблице 1, по числу, образованному двумя последними цифрами шифра.

Характеристики наружного климата принимаются по [1]:

а) Для холодного периода:

– средняя температура наиболее холодной пятидневки (с обеспеченностью 0,92), tн, 0С, (параметры Б);

– средняя температура отопительного периода (период со среднесуточной температурой воздуха 8 °С) tот., 0С;

– продолжительность отопительного периода zот., сут.

б) Для теплого периода:

– Температура воздуха (обеспеченностью 0,98), tн, 0С, (параметры Б);

– Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, φ, %.

1.3 Конструкция наружных стен и перекрытия определяется по таблице 2 по последней цифре шифра.

1.4 Высоту этажа от пола первого этажа до пола второго определять согласно исходному плану. Высота окон для всех вариантов принимается 1,8 м.

1.5 Расположение бытовых приборов определяется по исходному плану.

1.6 Параметры тепловыделяющего кухонного оборудования определяются относительно марки прибора, указанной на исходном плане.

1.7 Количество осветительных приборов определяется в зависимости от площади помещения – 1 прибор заданной мощности на каждые 6 м2.

1.8 Мощность осветительных приборов определяется в зависимости от высоты этажа: 2,7 м – 15 Вт, 3 м – 30 Вт, 3,3 м – 45 Вт, 3,6 м – 60 Вт.

1.9 Конструкция внутренних стен:

– Первый слой – штукатурка по исходным данным 1.3, толщиной 15 мм;

– Второй слой – кирпич по исходным данным 1.3, толщиной 120 мм;

– Третий слой – штукатурка по исходным данным 1.3, толщиной 15 мм.

1.10 Материал труб определяется по последней цифре шифра:

– Полимерные – 1; 4; 7; 0;

– Стальные – 2; 5; 8;

– Металлополимерные – 3; 6; 9.

Таблица 1 – Исходные данные для проектирования

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номерзадания | Район  строительства | Ориентация фасада по сторонам света |
| 1 | 2 | 3 |
| 01 26 51 76 | Сочи | СВ |
| 02 27 52 77 | Тихорецк | В |
| 03 28 53 78 | Дербент | ЮВ |
| 04 29 54 79 | Махачкала | Ю |
| 05 30 55 80 | Краснодар | ЮЗ |
| 06 31 56 81 | Майкоп | З |
| 07 32 57 82 | Калининград | СЗ |
| 08 33 58 83 | Александров Гай | С |
| 09 34 59 84 | Таганрог | ЮВ |
| 10 35 60 85 | Черкеск | ЮЗ |
| 11 36 61 86 | Владикавказ | СВ |
| 12 37 62 87 | Арзгир | В |
| 13 38 63 88 | Эльтон | ЮВ |
| 14 39 64 89 | Елабуга | Ю |
| 15 40 65 90 | Азов | ЮЗ |
| 16 41 66 91 | Ростов-на-Дону | З |
| 17 42 67 92 | Ставрополь | СЗ |
| 18 43 68 93 | Грозный | С |
| 19 44 69 94 | Астрахань | ЮВ |
| 20 45 70 95 | Архара | ЮЗ |
| 21 46 71 96 | Верхний Баскунчак | СВ |
| 22 47 72 97 | Костычевка | В |
| 23 48 73 98 | Южно-Сухокумск | ЮВ |
| 24 49 74 99 | Волгоград | Ю |
| 25 50 75 00 | Миллерово | ЮЗ |

Таблица 2 – Материалы ограждающих конструкций

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  варианта | Материалы | Плотность  *ρo*,  кг/м3 | Толщина,  мм | № варианта | Материалы | Плотность  *ρo*,  кг/м3 | Толщина,  мм |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 0 | Стены | | | 5 | Стены | | |
| Штукатурка (ц/п раствор) | 1800 | 15 | Штукатурка (ц/п раствор) | 1800 | 15 |
| Сплошной силикатный кирпич | 1800 | 250 | Сплошной силикатный кирпич | 1800 | 380 |
| Маты минераловатные прошивные | 125 | δут.=? | Маты минераловатные прошивные | 125 | δут.=? |
| Сплошной силикатный кирпич | 1800 | 120 | Пустотный силикатный кирпич | 1400 | 140 |
| Перекрытия | | | Перекрытия | | |
| Штукатурка (ц/п раствор) | 1800 | 15 | Штукатурка (ц/п раствор) | 1800 | 15 |
| Ж/б плита | 2500 | 200 | Ж/б плита | 2500 | 300 |
| Стяжка (ц/п раствор) | 1800 | 50 | Стяжка (ц/п раствор) | 1800 | 30 |
| Линолеум на теплоизол. подоснове | 1800 | 3 | Линолеум на теплоизол. подоснове | 1600 | 3 |
| 1 | Стены | | | 6 | Стены | | |
| Штукатурка (ц/п раствор) | 1800 | 15 | Штукатурка (ц/п раствор) | 1800 | 15 |
| Сплошной силикатный кирпич | 1800 | 250 | Сплошной силикатный кирпич | 1800 | 380 |
| Маты минераловатные прошивные | 125 | δут.=? | Плиты минераловатные полужесткие | 100 | δут.=? |
| Пустотный силикатный кирпич | 1500 | 120 | Керамический пустотный кирпич | 1200 | 120 |
| Перекрытия | | | Перекрытия | | |
| Штукатурка (ц/п раствор) | 1800 | 20 | Штукатурка (ц/п раствор) | 1800 | 15 |
| Ж/б плита | 2500 | 200 | Ж/б плита | 2500 | 200 |
| Стяжка (ц/п раствор) | 1800 | 40 | Стяжка (ц/п раствор) | 1800 | 70 |
| Линолеум на тканевой подоснове | 1400 | 3 | Линолеум на тканевой подоснове | 1600 | 3 |
| 2 | Стены | | | 7 | Стены | | |
| Штукатурка (ц/п раствор) | 1800 | 15 | Штукатурка (ц/п раствор) | 1800 | 15 |
| Керамический пустотный кирпич | 1600 | 250 | Сплошной силикатный кирпич | 1800 | 250 |
| Плиты минераловатные полужесткие | 200 | δут.=? | Маты минераловатные прошивные | 75 | δут.=? |
| Керамический пустотный кирпич | 1600 | 120 | Сплошной силикатный кирпич | 1800 | 120 |
| Перекрытия | | | Перекрытия | | |
| Штукатурка (ц/п раствор) | 1800 | 15 | Штукатурка (ц/п раствор) | 1800 | 15 |
| Ж/б плита | 2500 | 200 | Ж/б плита | 2500 | 300 |
| Стяжка (ц/п раствор) | 1800 | 50 | Стяжка (ц/п раствор) | 1800 | 50 |
| Линолеум на теплоизол. подоснове | 1600 | 3 | Линолеум на тканевой подоснове | 1800 | 3 |

Окончание таблицы 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | | 4 | | 5 | 6 | | 7 | 8 |
| 3 | Стены | | | | | 8 | Стены | | | |
| Штукатурка (ц/п раствор) | | 1800 | | 15 | Штукатурка (ц/п раствор) | 1800 | | 15 |
| Сплошной силикатный кирпич | | 1800 | | 250 | Сплошной силикатный кирпич | 1800 | | 120 |
| Плиты минераловатные полужесткие | | 100 | | δут.=? | Маты минераловатные прошивные | 125 | | δут.=? |
| Керамический пустотный кирпич | | 1400 | | 120 | Пустотный силикатный кирпич | 1500 | | 120 |
| Перекрытия | | | | | Перекрытия | | | |
| Штукатурка (ц/п раствор) | | 1800 | | 15 | Штукатурка (ц/п раствор) | 1800 | | 15 |
| Ж/б плита | | 2500 | | 300 | Ж/б плита | 2500 | | 200 |
| Стяжка (ц/п раствор) | | 1800 | | 40 | Стяжка (ц/п раствор) | 1800 | | 50 |
| Линолеум на тканевой подоснове | | 1600 | | 3 | Линолеум на теплоизол. подоснове | 1800 | | 3 |
| Стены | | | | | Стены | | | |
| 4 | Штукатурка (ц/п раствор) | | 1800 | | 15 | 9 | Штукатурка (ц/п раствор) | 1800 | | 15 |
| Керамический пустотный кирпич | | 1400 | | 380 | Керамический пустотный кирпич | 1200 | | 380 |
| Плиты минераловатные полужесткие | | 200 | | δут.=? | Плиты минераловатные полужесткие | 100 | | δут.=? |
| Керамический пустотный кирпич | | 1600 | | 120 | Керамический пустотный кирпич | 1200 | | 120 |
| Перекрытия | | | | | Перекрытия | | | |
| Штукатурка (ц/п раствор) | | 1800 | | 15 | Штукатурка (ц/п раствор) | 1800 | | 15 |
| Ж/б плита | | 2500 | | 200 | Ж/б плита | 2500 | | 200 |
| Стяжка (ц/п раствор) | | 1800 | | 50 | Стяжка (ц/п раствор) | 1800 | | 70 |
| Линолеум на теплоизол. подоснове | | 1800 | | 3 | Линолеум на теплоизол. подоснове | 1600 | | 3 |

**2 Общие сведения о кондиционерах**

Кондиционированием воздуха называется создание и автоматическое поддержание в помещении постоянных или изменяющихся по определенной программе температуры, влажности, чистоты и подвижности воздуха, наиболее благоприятных для пребывания людей, а также для осуществления технологических процессов.

Кондиционер является основной частью системы кондиционирования воздуха (СКВ). Применяют центральные и местные кондиционеры. Центральные – обслуживают большие помещения (цехи, зрительные залы и т.д.) или группы помещений, общественных, административно-бытовых и производственных зданий. Эти кондиционеры получают тепловую и холодильную энергию от внешних источников, обычно централизованных.

Местные кондиционеры применяются в небольших помещениях (кабинеты, жилые комнаты, гостиные, спальни и т.д.) или на отдельных участках крупных помещений (офисы, лаборатории). Их холодопроизводительность значительно ниже, чем у центральных.

СКВ поддерживают все или отдельные параметры внутреннего воздуха (температура, относительная влажность, подвижность и чистота) в пределах оптимальных величин [4] на рабочих местах и в обслуживаемой зоне закрытых помещений

СКВ, в отличие от приточно-вытяжной вентиляции, обеспечивают не только необходимый воздухообмен в помещении, но и автоматическое поддержание заданных параметров воздуха в нем независимо от внешних и внутренних воздействий на микроклимат помещения.

В СКВ входит оборудование для необходимой обработки приточного воздуха (очистка, нагревание и охлаждение, увлажнение и осушка) и его подачи в помещения, рис. 1, а также источники тепло- и холодоснабжения, насосы и трубы для перемещения тепло- и холодоносителя, устройство для распределения воздуха, местные доводчики (подогреватели, охладители, увлажнители) и средства автоматического регулирования, дистанционного управления и контроля.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Рис. 1. – Местный автономный кондиционер  1 – корпус с теплозвуковой изоляцией;  2 – компрессор;  3 – конденсатор;  4 – электродвигатель компрессора;  5 – центробежный вентилятор;  6 – электродвигатель вентилятора;  7 – спиральноленточный калорифер;  8 – разводка хладагента;  9 – четырехходовой кран;  10 – воздухозаборная решетка;  11 – ячейка масляного воздушного фильтра;  12 – приточная решетка. |

Местные СКВ разрабатываются на базе автономных и неавтономных кондиционеров, которые устанавливают непосредственно в обслуживаемых помещениях.

К автономным относятся кондиционеры, имеющие в составе холодильную машину. Различают автономные кондиционеры с воздушным и водяным охлаждением. При воздушном охлаждении конденсатор холодильной машины обдувается наружным воздухом.

Широкое распространение получили так называемые автономные бытовые кондиционеры или «сплит-системы». Для установки данные системы не требуют специального места и могут быть размещены у наружных стен помещения таким образом, что холодильная машина напрямую сообщается с наружным воздухом. Внутренний блок связан с воздухом обслуживаемого помещения. Воздух из помещения всасывается вентилятором, проходит через вентиляционную решетку, очищается в фильтре и подается к испарителю холодильной машины. Охлажденный воздух через вентиляционную решетку возвращается в помещение.

В «сплит-системах», как правило используются настенные и внутренние блоки, в устройство которых внедрены различные фильтры, необходимые для очистки воздуха от вредных примесей: пыли, плесневых грибков, бактерий, канцерогенных газов и прочих.

Принцип работы данного оборудования заключается в том, чтобы подвергнуть внутренний воздух помещения термо-влажностной обработке, путем частичной или полной рециркуляции.

Что может осуществляться двумя способами: неинверторным и иверторным. В первом случае процесс кондиционирования воздуха происходит в двух режимах: с работающим компрессором на полную мощность и с выключенным компрессором. То есть при достижении воздухом заданной температуры, компрессор временно отключается. При инверторном кондиционировании процесс обработки поддерживается постоянно с изменением мощности работы, в зависимости от условий эксплуатации.

В данной работе будут рассмотрены кондиционеры неинверторного типа, устройство которых может быть представлено следующим образом:

* Внешний блок, состоящий из вентилятора, компрессора, четырехходового клапана (для смены направления хладагента), конденсатора, фильтра и штуцерных соединений;
* Внутренний блок, состоящий из передней панели, двух фильтров, испарителя, поддона для конденсата, индикаторной панели, вентилятора, платы управления, штуцерных соединений.

### Принцип работы неинверторного кондиционера может происходить в двух режимах: на охлаждение и на обогрев.

На охлаждение, рис. 2:

1. Начало процесса охлаждения во внешнем блоке, где фреон находится в газообразном состоянии.
2. Перемещение газообразного хладагента в компрессор, который увеличивает давление и сжимает газ, вследствие чего повышается его температура.
3. Перемещение нагретого газообразного хладагента в конденсатор (теплообменник во внешнем блоке), где подаваемый вентилятором воздух за счет конвективного теплообмена с трубками конденсатора охлаждает движущийся по ним фреон, что приводит к переходу газа в жидкое состояние.
4. Перемещение жидкого хладагента в терморегулирующий вентиль, выполненный в виде спирали трубок, который посредством своей большой протяженности, понижает давление в системе, чем вызывает кипение фреона и его дальнейшее испарение.
5. Перемещение паров хладагента в испаритель (теплообменник во внутреннем блоке), который посредством конвективного теплообмена, за счет обтекания его стенок определенным количеством рециркуляционного внутреннего воздуха помещения, охлаждает последний, вызывая тем самым достижение заданного температурного режима.
6. Перемещение газообразного хладагента обратно во внешний блок на вход компрессора и повторение цикла работы.

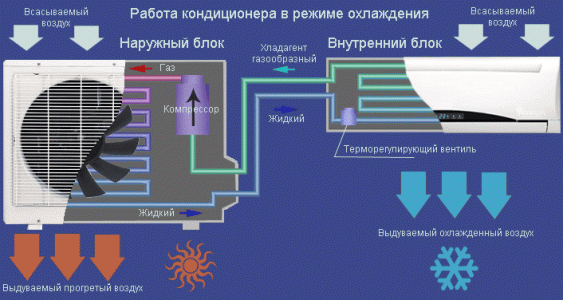
[](https://womanadvice.ru/sites/default/files/tania/princip_raboty_kondicionera_1.gif)

Рис. 2. – Принцип работы неинверторного кондиционера в режиме охлаждения

Принцип работы неинверторного кондиционера в режиме нагрева внутреннего воздуха идентичен процессу охлаждения и заключается лишь в изменении направления движение хладагента, посредством работы четырехходового клапан, за счет чего нагрев фреона происходит во внешнем блоке, а процесс охлаждения во внутреннем, рис. 3.

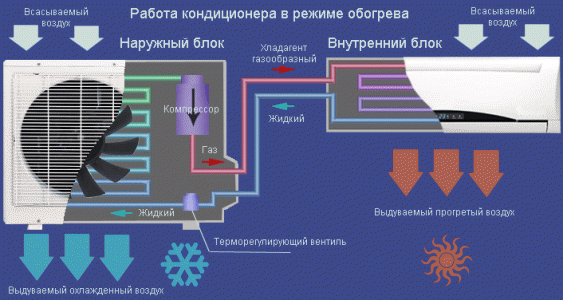
[](https://womanadvice.ru/sites/default/files/tania/princip_raboty_kondicionera_2.gif)

Рис. 3. – Принцип работы неинверторного кондиционера в режиме нагрева

**3** **Расчет теплопоступлений в кондиционируемых помещениях**

Для возможности проведения расчета теплопоступлений в кондиционируемых помещениях предварительно необходимо выполнение теплотехнического расчета наружных ограждающих конструкций, проектируемых согласно рекомендациям [4] и требованиям [2] по параметрам Б наружного воздуха для холодного периода года [1]. Целью расчета является определение коэффициентов теплопередачи наружных ограждающих конструкций по их известным толщинам слоев и свойствам материалов, при известных климатических условиях расчетной местности проектируемого объекта.

Расчет тепловой нагрузки ведут отдельно по каждому кондиционируемому помещению. Для этого вначале определяют комнаты, которые будут обслуживаться, и их параметры внутреннего воздуха (температуру и относительную влажность).

СКВ оснащаются помещения с постоянным или временным пребываением людей, а также имеющие сложный и неустойчивый газовоздушный режим. В жилых зданиях к таковым относятся: спальни, гостинные, кухни,столовые, кабинеты, детские, тренажерные залы и пр.

Согласно [4, п.7.1.2] кондиционирование воздуха для обеспечения параметров микроклимата и качества воздуха жилых зданий следует принимать в пределах оптимальных норм. (таблица 3).

В соответствии с [4, п.5.3] параметры микроклимата при кондиционировании помещений (кроме помещений, для которых параметры микроклимата установлены другими нормативными документами или заданием на проектирование) следует предусматривать для обеспечения параметров воздуха в пределах оптимальных норм: в обслуживаемой зоне жилых, общественных и административно-бытовых помещений по ГОСТ 30494 (раздел 3) и СанПиН 2.1.2.2645.

Относительную влажность воздуха в кондиционируемых помещениях допускается не обеспечивать по заданию на проектирование.

В местностях с расчетной температурой наружного воздуха в теплый период года (по параметрам Б) 30 °С и более температуру воздуха в кондиционируемых помещениях следует принимать на 0,4 °С выше указанной в ГОСТ 30494 и ГОСТ 12.1.005 на каждый градус превышения температуры наружного воздуха сверх температуры 30°С, увеличивая также соответственно скорость движения воздуха на 0,1 м/с на каждый градус превышения температуры наружного воздуха. При этом скорость движения воздуха в помещениях в указанных условиях должна быть не более 0,5 м/с.

Один из параметров микроклимата допускается принимать в пределах допустимых нормируемых величин вместо оптимальных параметров при согласовании с органом санитарно-эпидемиологического надзора и по заданию на проектирование.

Таблица 3 – Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне жилых помещений [7]

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Период года | Температура, оС | Относительная влажность,  % | Скорость движения  воздуха не более, м/с |
| Оптимальные | Теплый | 22-25 | 60-30 | 0,2 |
| Допустимые | Теплый | 20-28 | <65 | <0,3 |

Тепловой нагрузкой на систему кондиционирования является сумма тепловой энергии, поступающей в помещение в летний период года: через наружные ограждающие конструкции за счет теплопередачи и солнечной радиации, от источников искусственного освещения, вносимой с наружным воздухом, от работы теплового и электрического оборудования, от приборов, людей, горячей (остывающей) пищи, трубопроводов системы горячего водоснабжения (ГВС) и прочих.

Результаты расчетов сводятся в таблицу 4.

Таблица 4– Теплопоступления в кондиционируемое помещение

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер этажа | | | | | | | | |
| Номер помещения | | | | | | | | |
| Источники теплопоступлений | | Показатель А | | q, Вт | Qт=A q, Вт | qс, Вт | Qc= A qс, Вт | ƩQ=Qт+Qc |
| Наименование | Ориент. | Наименование | Значение |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Стены наружные | В | Площадь, м2 |  |  |  |  |  |  |
| С |  |  |  |  |  |  |
| З |  |  |  |  |  |  |
| Ю |  |  |  |  |  |  |
| Окна | В | Площадь, м2 |  |  |  |  |  |  |
| С |  |  |  |  |  |  |
| З |  |  |  |  |  |  |
| Ю |  |  |  |  |  |  |
| Крыша | - | Площадь, м2 |  |  |  |  |  |  |
| Потолок | - | Площадь, м2 |  |  |  |  |  |  |
| Пол | - | Площадь, м2 |  |  |  |  |  |  |
| Стены внутренние | - | Площадь, м2 |  |  |  |  |  |  |
| Приток возд. | - | Расход, м3/с |  |  |  |  |  |  |
| Люди | - | К-во, чел. |  |  |  |  |  |  |
| Электрооборуд. | - | Прибор |  |  |  |  |  |  |
| Электроос. | - | Вр. раб., час |  |  |  |  |  |  |
| К-во, шт. |  |
| Тепл. оборуд. | - | Тепл. сгор.,  Дж/ м3 |  |  |  |  |  |  |
| Расх. газ, м3/с |  |
| Прочие | - | - | - |  |  |  |  |  |
| Итого | | | | | | | |  |
|  |

**3.1 Поступление теплоты через наружные ограждения**

Количество теплоты, поступающей в помещение через наружные ограждающие конструкции: стены, световые проемы или покрытие определенной площадью, определяют как сумму тепловых потоков, вызванных наличием разности температур наружной и внутренней сред, относительно кондиционируемого помещения, а также тепловых потоков в результате воздействия солнечной радиации.

Для расчета суммарных теплопоступлений от теплопередачи и солнечной радиации через наружные ограждающие конструкции здания: стены, покрытия и световые проемы используют формулу

 (1)

где *Qт* – тепловой поток через наружные ограждающие конструкции, определяемый по формуле (2), Вт;

*Qс*– тепловой поток от солнечной радиации через наружные ограждающие конструкции, определяемый по формуле (4, 5), Вт

Тепловой поток через наружные ограждения определяется по следующей формуле

 (2)

где *qт* – удельный тепловой поток от теплопередачи через наружные ограждающие конструкции, определяемый по формуле (3), Вт;

*F* – площадь, соответствующего наружного ограждения, определяемая как произведение высоты на ширину согласно исходному варианту плана коттеджа, м2

Удельный тепловой поток от теплопередачи через наружные ограждающие конструкции определяется по формуле

 (3)

где *k* – коэффициент теплопередачи наружного ограждения, Вт/(м2·°С);

*tн* – расчетная температура наружного воздуха в теплый период года, принимаемая равной температуре воздуха обеспеченностью 0,98 по [1], °С;

*tв*– расчетная температура внутреннего воздуха в теплый период года, принимаемая для кондиционируемого помещения согласно рекомендаций [4] в пределах оптимальных величин по [7], °С

При расчете площади поверхности стен:

– длину наружных стен не угловых помещений определяют – как расстояние между осями внутренних стен;

– угловых помещений – как расстояние от наружной поверхности наружных стен до оси внутренних;

– высоту стен определяют как расстояние от уровня чистого пола данного этажа до уровня чистого пола вышестоящего этажа или до верха засыпки покрытия (принять согласно исходным данных);

Площадь потолка кондиционируемого помещения приравнивают к площади пола этой же комнаты и определяют согласно исходному варианту плана коттеджа.

Площадь световых проемов рассчитывается как произведение ширины окна на его высоту, величины которых определяются по варианту исходных данных.

Тепловой поток от солнечной радиации через стены и покрытие определяется по формуле

 (4)

и

 (5)

где *q1с*, *q2с* – удельный тепловой поток от солнечной радиации через стены и покрытия, определяемый по формуле (7, 8), Вт;

*F* – то же, что в формуле (2)

Тепловой поток от солнечной радиации через остекление определяется по формуле

 (6)

где *q3с* – удельный тепловой поток от солнечной радиации через остекление, определяемый по таблице 5, Вт;

*k1*– коэффициент, учитывающий затенение светового проема таблица 6;

*k2*– коэффициент отражения радиации остеклением, принимаемый равным 1 – для одинарного, 0,8 - для двойного и 0,5 - для тройного остекления;

*F* – то же, что в формуле (2), м2

Таблица 5 – Удельный тепловой поток солнечной радиации через вертикальное однослойное остекление

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Географическая широта | Поток теплоты от солнечной радиации, Вт/м2 | | | | |
| С | СВ,СЗ | В,З | ЮВ,ЮЗ | Ю |
| 36 | 58 | 165 | 315 | 200 | 270 |
| 40 | 58 | 165 | 315 | 220 | 245 |
| 44 | 58 | 165 | 315 | 270 | 300 |
| 48 | 58 | 165 | 325 | 270 | 300 |
| 52 | 70 | 165 | 325 | 290 | 300 |
| 56 | 82 | 165 | 340 | 300 | 300 |
| 60 | 93 | 165 | 340 | 325 | 340 |
| 64 | 105 | 150 | 340 | 340 | 340 |

Таблица 6 – Коэффициент, учитывающий затенение светового проема

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид затенения | | Коэффициент *k1* |
| 1 | | 2 |
| Внутренние жалюзи: | светлые | 0,56 |
| средние по окраске | 0,65 |
| темные | 0,75 |
| Внутренние шторы из тонкой ткани: | светлые | 0,56 |
| средние по окраске | 0,61 |
| темные | 0,66 |
| Внутренние шторы: из плотного материала | светлые | 0,25 |
| темные | 0,59 |
| Наружные жалюзи: | под углом 450 к стеклу | 0,15 |
| перпендикулярно к стеклу | 0,22 |
| Маркиза: | закрытая с боков, светлая | 0,35 |
| открытая с боков, средняя по окраске | 0,2 |
| открытая с боков темная | 0,25 |

Удельный тепловой поток от солнечной радиации через стены определяется по формуле

 (7)

где *k* – коэффициент теплопередачи соответствующей наружной ограждающей конструкции, определяемый согласно расчетным данным проведенного ранее теплотехнического расчета, Вт/(м2 0С);

*∆t1* – избыточная разность температур для стен за счет солнечного излучения, определяемая по таблице 7, °С.

Таблица 7– Теплопоступления в кондиционируемое помещение.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Стена | Избыточная разность температур (в 0С) при ориентации по сторонам света | | | | | | | | | |
| Ю | | | ЮВ | ЮЗ | В | З | СВ | СЗ | С |
| Географическая широта | | | | | | | | | |
| 400 | 500 | 600 | от 400 до 600 | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Бетонная | 5,9 | 8,0 | 9,8 | 8,8 | 10,0 | 9,8 | 11,7 | 5,1 | 5,6 | 0 |
| Кирпичная | 6,6 | 9,1 | 11,0 | 9,9 | 11,3 | 11,0 | 13,2 | 5,8 | 6,3 | 0 |
| Побеленная известью или покрытая светлой штукатуркой | 3,6 | 4,9 | 6,0 | 5,4 | 6,1 | 6,0 | 7,2 | 3,2 | 3,5 | 0 |
| Покрыта штукатуркой с окраской в темные тона | 5,1 | 7,1 | 8,5 | 7,7 | 8,8 | 8,5 | 10,2 | 4,5 | 4,9 | 0 |
| Облицованная белыми глазурованными плитками | 2,3 | 3,2 | 3,9 | 3,5 | 4,0 | 3,9 | 4,7 | 2,0 | 2,0 | 0 |

Удельный тепловой поток от солнечной радиации через покрытие определяется по формуле

 (8)

где *∆t2* – избыточная разность температур для покрытия за счет солнечного излучения, определяемая для шатровых кровель как избыточная разность температур, принимая в зависимости от географической широты местности: для южной зоны России – 15 0С, для средней зоны – 10 0С, для северной зоны – 5 0С. Для плоской кровли избыточная разность температур не зависит от ориентации по сторонам горизонта и может приниматься для зданий, расположенных в местности с географической широтой 40-600, и не имеющих окраски 17,7 0С, а с окраской светлых тонов 14,9 0С

Результаты вычислений занести в таблицу 4.

**3.2 Поступление теплоты через перегородки и межэтажные перекрытия**

Расчет теплопоступлений через перегородки и межэтажные перекрытия ведут аналогично расчету теплопоступлений через наружные стены, учитывая отсутствие солнечного облучения поверхности и иные температурные условия. Теплопоступления через полы первого этажа, расположенные на грунте, не учитывают.

Длину внутренних стен определяют как расстояние между внутренней поверхностью наружных стен и осью внутренних.

При расчете теплопритоков через внутренние ограждения (стены, пере-городки, перекрытия над или под необслуживаемыми помещениями), отделяющие кондиционируемое помещение от другого, вместо температуры наружного воздуха принимают температуру смежного помещения, согласно рекомендациям [4] в пределах допустимых величин для теплого периода года по [7] таблице 3.

Для возможности проведения расчета теплового потока через внутренние стены необходимо известное значение коэффициента теплопередачи. Вследствие чего отдельно проводится расчет теплотехнических свойств, для конструкции внутренних стен, определяемой по исходным данным.

Расчет теплового потока через внутренние стены проводится по формуле

 (9)

где *qтВC* – удельный тепловой поток через внутренние стены, определяемый по формуле (10), Вт;

*F* – площадь внутренней стены, определяемая как произведение высоты на ширину согласно исходному варианту плана коттеджа, м2

Расчет удельного теплового потока через внутренние стены с учетом температуры воздуха обслуживаемого помещения и смежного с ним необслуживаемого проводится по формуле

 (10)

где *kВС* – коэффициент теплопередачи через конструкцию внутренних стен, Вт/(м2 0С);

*tв1*– температура воздуха не кондиционируемого помещения в диапазоне допустимых величин, таблица 3, °С;

*tв2* – температура воздуха кондиционируемого помещения в диапазоне оптимальных величин, таблица 3, °С

Расчет теплового потока через межэтажное перекрытие проводится по следующей формуле

 (11)

где *qтП* – удельный тепловой поток через межэтажные перекрытия, определяемый по формуле (12), Вт;

*F* – площадь пола/потолка или участка пола/потолка смежного с кондиционируемым помещения, измеряемая по исходному варианту плана, м2

Расчет теплового потока через межэтажное перекрытие проводится по следующей формуле

 (12)

где *kП* – коэффициент теплопередачи через межэтажное перекрытие, Вт/(м2 0С);

*tв1*– то же, что в формуле 10, °С;

*tв2* –то же, что в формуле 10, °С;

*β* – коэффициент учитывающий расположение смежного кондиционируемому помещения, и принимаемый для расчетов теплопоступлений через полы помещения на 2-ом этаже равным – 1,1, а для потолков на 1-ом – 0,9

При отсутствии сведений по структуре и толщинам слоев ограждения значения удельного теплового потока ориентировочно можно принять:

- для перегородок из кирпича, бетона, дерева - 9 Вт/м2

- для легких перегородок из стекла, тонких панелей – 16 Вт/м2

Результаты вычислений занести в таблицу 4.

**3.3 Определение воздухообмена и теплопоступлений с наружным воздухом**

Вытяжная общеобменная вентиляция с естественным побуждением жилых комнат осуществляется через вытяжные каналы кухонь, уборных, ванных, а приточный воздух поступает в жилые комнаты и кухню за счет инфильтрации. Для обеспечения естественной вентиляции должна быть предусмотрена возможность проветривания помещений дома через окна, форточки, фрамуги и др.

Величину воздухообмена в помещениях следует принимать по балансу (объем приточного воздуха равен вытяжному) из необходимости обеспечения наиболее комфортных условий пребывания человека в нем. То есть значение объема приточного и удаляемого воздуха должно быть достаточным одновременно для обеспечения всех санитарно-гигиенических норм. А также иметь достаточный запас на случай нарушения заданного режима эксплуатации.

В соответствии с [4, п. 7.4.1] требуемый расход приточного воздуха (наружного или смеси наружного и рециркуляционного) следует определять по расчету и принимать большую из величин, необходимую для обеспечения санитарно-гигиенических норм или норм взрывопожаробезопасности.

При общеобменной вентиляции и кондиционировании воздуха помещений количество приточного воздуха определяют в соответствии с условиями:

– санитарно-гигиенических норм;

– нормируемой кратности воздухообмена (таблица 8).

Определение воздухообмена в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами

 (13)

где 1,2 – коэффициент запаса;

*n* – количество человек в кондиционируемом помещении;

*g* – санитарная норма на одного человека, 30 м3

Количество человек в кондиционируемом помещении определяется как условно возможное в зависимости от площади помещения и его назначения:

– Для спален – 1 человек, если площадь помещения меньше 16 м2, 2 человека, если площадь помещения больше 16 м2;

– Для гостиных, кухонь, кухонь-столовых и общих комнат – по суммарному количеству человек в спальнях;

Определение воздухообмена кондиционируемого помещения из условия нормируемой кратности

 (14)

где *k* – кратность воздухообмена, определяемая по таблице 8, 1/ч;

*V* – объем помещения, м3

Таблица 8 – Кратность или величина воздухообмена в помещениях жилых зданий [5,10,11]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Помещения | Норма воздухообмена | |
| В нерабочем режиме | В режиме обслуживания |
| Спальня, общая, детская комнаты | 0,2 | 1,0 |
| Тренажерный зал, бильярдная | 0,2 | 80 м3 |
| Ванная, душевая, уборная, совмещенный санузел | 0,5 | 25 м3 на 1 прибор |
| Кухня: |  |  |
| - с электроплитой | 0,5 | 60 м3 |
| - с газоиспольз. оборуд. | 0,5 | 1,0+100 м3 |

Теплопоступления с наружным воздухом определяются по формуле

 (15)

где *Gн* – расчетный воздухообмен (объем приточного воздуха), принимаемый по наибольшей расчетной величине формул (13, 14), м3/ч;

*ρ* – плотность воздуха при оптимальных параметрах (t = 20 oC, φ= 60 % и атмосферном давлении 735 мм рт. ст.) составляет 1,29 кг/м3;

*iн* – теплосодержание наружного воздуха, определяемое по i-d диаграмме (точка с параметрами t*н* и φ*н*) или [1], кДж/кг;

*iв* – теплосодержание внутреннего воздуха, определяемое по i-d диаграмме (точка с параметрами t*в* и φ*в*), кДж/кг

Результаты вычислений занести в таблицу 4.

**3.4 Теплопоступления от людей**

Выделение теплоты и влаги людьми зависит от затраченной ими энергии и температуры воздуха в помещении.

Тепловыделения от людей в зависимости от интенсивности выполняемой ими работы представлены в таблице 9, в которой приведены средние данные для мужчин. Принято считать, что женщины выделяют 85%, а дети в среднем 75% теплоты и влаги, выделяемых мужчинами.

Полные тепловыделения от людей в кондиционируемом помещении определяются по формуле

 (16)

где *n* – количество человек в кондиционируемом помещении;

*q*л – теплоповыделения одним человеком, определяемые по таблице 9, Вт

Таблица 9 – Количество теплоты и влаги, выделяемых взрослыми людьми

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Количество теплоты, qл, Вт, и влаги ωл г/час, выделяемых людьми при температуре воздуха в помещении, 0С | | | | | |
| 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Теплота: | В состоянии покоя | | | | | |
| Явная | 140 | 120 | 90 | 60 | 40 | 10 |
| Полная | 165 | 145 | 120 | 95 | 95 | 95 |
| Влага | 30 | 30 | 40 | 50 | 75 | 115 |

Результаты вычислений занести в таблицу 4.

**3.5 Теплопоступления от** **электрического оборудования**

Количество теплоты, выделяемого оборудованием, зависит от ряда причин: оснащенности данного помещения тепловыделяющим оборудованием, мощности, режима работы каждой единицы оборудования, загруженности и одновременности работы.

Принципиальный расчет теплопоступлений от бытового электрического оборудования сводится к суммированию теплопоступлений от всех бытовых электрических приборов в кондиционируемом помещении и имеет вид

 (17)

где *n* – количество однотипных бытовых электрических приборов установленных в кондиционируемом помещении, определяемое по исходному варианту экспликации интерьера;

*qэл.об.* – удельный тепловой поток одного электрического прибора, определяемый по таблице 10, Вт

Таблица 10 – Расчетные значения теплопоступлений от бытового электрического оборудования

|  |  |
| --- | --- |
| Вид оборудования | Теплопоступлении, Вт |
| Мультиварка | 300 |
| Принтер лазерный | 200 |
| Персональная компьютер | 150 |
| Кофеварка | 150 |
| Холодильник | 100 |
| Микроволновая печь | 100 |
| Мобильные устройства | 50 |
| Стационарный телефон | 50 |
| Телевизор | 50 |

**3.6 Теплопоступления от** **искусственного** **освещения**

Теплопоступления от источников искусственного освещения определяют по суммарной электрической нагрузке, в зависимости от типа светильников, их расположения и уровня освещенности в помещении.

В соответствии с [9, п.5.4] все помещения жилых зданий должны быть обеспечены общим и местным искусственным освещением.

Выделение тепла от данного источника может оказывать значительное влияние на микроклимат помещения, в случае если в нем установлено большое количество осветительных приборов. Вследствие чего определение поступлений теплоты от электрического освещения является неотъемлемой частью расчета.

Теплопоступления от электрического освещения определяют по формуле

 (18)

где *n* – число однотипных осветительных приборов в обслуживаемом помещении, согласно исходным данным;

*N* – мощность одного осветительного прибора, согласно исходным данным

Результаты вычислений занести в таблицу 4.

**3.7 Теплопоступления от** **теплового оборудования**

К данному источнику теплопоступлений относят газоиспользующее оборудование (газовые плиты) и электрические плиты, устанавливаемые на кухнях. Теплопоступления от них могут быть очень значительными и зависят от количественного расхода газа или электричества данным оборудованием. Тип прибора выбирается согласно исходному варианту экспликации интерьера.

Количество теплоты, выделяемое газовым тепловым оборудованием, определяют по формуле

 (19)

где *B* – объемный средний секундный расход газа, принимаемый для данного расчета условно равным 0,25 м3/ч – для 2-х конфорочных газовых плит и 0,4 м3/ч – для 4-х конфорочных;

*Qн* – низшая теплота сгорания природного газа, для укрупненных расчетов принимаемая равной 35600 кДж/кг;

*Kн* – коэффициент использования оборудования, выражающий продолжительность работы оборудования в течение дня в пересчете на 1 час, может быть принят в размере 0,6 – для газовых плит, 0,7 – для электрических плит

Количество теплоты, выделяемое электрическим тепловым оборудованием, определяют по формуле

 (20)

где *N* – мощность всех электрических нагревательных элементов оборудования, принимаемая для данного расчета условно равной 1,7 кВт – для плит с 2-я ТЭН и 3 кВт – для плит с 4-я ТЭН;

*Kн* – то же, что в формуле 19

Результаты вычислений занести в таблицу 4.

**3.8 Прочие теплопоступления**

К прочим теплопоступлениям можно отнести следующие источники:

* Горячие блюда;
* Трубопроводы системы ГВС;
* Камины с открытым очагом;
* Кирпичные дымоходы каминов

Теплопоступления от камина в теплый период года равны номинальной тепловой производительности топочной камеры. Определение данной величины производится по тепловому балансу. Исходя из условия, что камин должен обеспечить компенсацию полных тепловых потерь в обслуживаемом помещении в холодный период года, необходимо произвести расчет последних, и полученное значение приравнять к мощности камина.

Теплопоступления от камина

 (21)

где  – полные тепловые потери обслуживаемого помещения в холодный период года, Вт

Теплопоступления от кирпичных дымоходов каминов рассчитываются для вышестоящих комнат, относительно помещения с камином; в зависимости от материала стенок и конструктивного исполнения, а также тепловой производительности топочной камеры и КПД камина

 (22)

где *Qк* – номинальная тепловая производительность камина, определяемая по формуле 21, Вт;

*ŋ* – КПД камина, определяемое в зависимости от конструктивного исполнения (указано в экспликации интерьера), для каминов открытого типа 0,25; для каминов закрытого типа 0,65;

*KУ* – коэффициент, учитывающий количество теплоты поступающей через стенки дымохода, определяемый в зависимости от протяженности дымохода в обслуживаемом помещении, для 2,7 м – 0,07; для 3 м – 0,1; для 3,3 м – 0,12, для 3,6 м – 0,15

Теплопоступления от трубопроводов системы ГВС, прокладываемых на кухне для обеспечения горячей водой санитарных приборов, определяется по формуле

 (23)

где *dн* – наружный диаметр трубы, определяемый по таблице 11, относительно требуемого расхода горячей воды, м;

*l* – длина трубопровода системы ГВС, определяемая по чертежу (приближенно), м;

*kт* – коэффициент теплопроводности трубы, определяемый в зависимости от материала, для стальных труб – 11,6; для металлополимерных – 0,5; для полимерных – 0,4, Вт/(м2·°с);

*tг* – температура горячей воды после подогревателя ГВС и в точке водоразбора, равная 60, °С;

*tв* – температура внутреннего воздуха рассматриваемого помещения, °С

Полный расход горячей воды потребителем определяется условно, исходя из количества человек, ею пользующихся, и номинального расхода горячей воды одним человеком

 (24)

где *n* – количество потребителей;

*Gн* – номинальный средний часовой расход горячей воды одним пользователем – 7,5, л/ч

Таблица 11 – Наружные диаметры труб систем ГВС

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Полный расход горячей воды, Gн, л/ч | Наружный диаметр труб, мм | | |
| Стальных труб | Полимерных труб | Металлополимерных труб |
| 15 | 21,3 | 23,8 | 20 |
| 22,5 | 26,8 | 23,8 | 20 |
| 30 | 26,8 | 29,6 | 26 |
| 37,5 | 26,8 | 29,6 | 26 |
| 45 | 33,5 | 38 | 26 |
| 52,5 | 33,5 | 38 | 32 |

Теплопоступления от горячих блюд определяются по формуле

 (25)

где *m* – общая масса всех блюд, определяемая в зависимости от пола и возраста людей, для мужчин – 0,85 кг, для женщин – 0,7 кг, для детей – 0,5 кг;

*сср.п.* – средняя теплоемкость горячего блюда, принимаемую для данного расчета 3350 Дж/(кг·°С);

*tн.п.* – начальная температура горячего блюда, равная 70 °С;

*tк.п.* – конечная температура горячего блюда, равная 40 °С;

*τ* – время приема пищи, определяемое в зависимости от помещения, для кухонь – 0,3 ч; для столовых, кухонь-столовых и гостиных-столовых – 0,5 ч; сек

Сумма теплопоступлений от прочих источников

 (26)

Результаты вычислений занести в таблицу 4.

**4 Определение влагопоступлений в кондиционируемых помещениях**

Источниками влаговыделений в различных помещениях могут быть люди, приточный наружный воздух, технологическое оборудование, потребляющее пар, воду горячую и холодную, остывающая пища, водная и смоченная поверхности.

Основное количество поступающей в помещение влаги происходит за счет трех процессов: с приточным воздухом, за счет выделения влаги людьми и от остывающей пищи. Учет обоих необходим для подбора кондиционера, так как влагосодержание воздуха в обслуживаемом помещении оказывает значительное влияние на режим работы оборудования СКВ.

Полное поступление влаги в помещении определяется по формуле

 (27)

где *Wн*– количество влаги, поступившее с наружным воздухом, определяется по формуле (28), кг/с;

*Wл* – количество влаги, выделяемое людьми, определяемое по формуле (29), кг/с;

*Wгор.б.* – количество влаги, выделяемое остывающей пищей, определяемое по формуле (30), кг/с;

*Wпол.* – количество влаги, выделяемое мокрой поверхностью пола, определяемое по формуле (31), кг/с;

*Wпол.* – количество влаги, выделяемое мокрой поверхностью пола, определяемое по формуле (32), кг/с;

*Wр.* – количество влаги, выделяемое комнатными растениями, определяемое по формуле (33), кг/с;

*Wа.*– количество влаги, выделяющееся с поверхности жидкости открытого аквариума, определяется по формуле (34), кг/с

Количество влаги, поступившее с наружным воздухом, определяется по формуле

 (28)

где *Gн*– то же, что в формуле (15), м3/ч;

*ρ* – то же что в формуле (15);

*dн* – влагосодержание приточного воздуха, определяемое по i-d диаграмме влажного воздуха относительно расчетных параметров наружного воздуха (tн, φн), г/кг;

*dв* – влагосодержание внутреннего воздуха, определяемое по i-d диаграмме влажного воздуха относительно расчетных параметров воздуха в обслуживаемом помещении (tв, φв), г/кг

Количество влаги, поступившее от людей, определяется по формуле

 (29)

где *ωл* – количество влаги, выделяемое одним человеком, в зависимости от температуры внутреннего воздуха в обслуживаемом помещении, определяемое по таблице 9, г/час;

*n* – количество людей в кондиционируемом помещении

Количество влаги, поступившее от остывающей пищи, определяется по формуле

 (30)

где *Qгор.б.* – теплопоступления от горячих блюд, определяемые по формуле (25), Вт;

*tв*– то же, что в формуле (3), °С

Количество влаги, выделяющееся с мокрой поверхности пола, определяется по формуле

 (31)

где *tв* – температура сухого термометра в помещении, °С;

*tм* – температура мокрого термометра в помещении, определяемая по i-d диаграмме, °С;

*F* – то же, что в формуле (11)

Количество влаги, выделяющееся при готовке пищи, определяется по формуле

 (32)

где *m*– влаговыделения от одного прибора, определяемые для данного расчета условно и равные для обычной готовки 0,5 – кг/ч, для готовки с использованием мультиварки – 0,8 кг/ч, °С;

*n*– количество приборов, определяемое относительна количества людей, проживающих в доме и принимаемое равным 1 – для 3 человек и менее, 2 – для 4 человек и более;

*kз* – то же, что в формуле (19);

*Fв* – площадь поверхности испарения одного прибора, определяемая для данного расчета условно и равная 0,07 м2

Количество влаги, выделяющееся растениями, определяется по формуле

 (33)

где *ωр* – количество влаги, выделяемое одним растением, в зависимости от его вида, определяемое по исходному варианту экспликации интерьера и принимаемой для данного расчета равным 10 – для стеблевидных, 20 – для лиственных, 15 – для кактусов, г/час;

*n* – количество растений в кондиционируемом помещении, определяемое по исходному варианту экспликации интерьера

Количество влаги, выделяющееся с поверхности жидкости открытого аквариума, определяется по формуле

 (33)

где *а* – фактор скорости движения окружающего воздуха под влиянием гравитационных сил, равный 0,02 для 20 °С;

*Vв* – скорость движения воздуха над поверхностью жидкости, определяемая по таблице 3, м/с;

*P2* – парциальное давление насыщенного водяного пара, при температуре мокрого термометра, принимаемое равным 1,65 кПа;

*P1* – парциальное давление насыщенного водяного пара, при температуре сухого термометра, принимаемое равным 1,15 кПа;

*F* – площадь поверхности испарения, равное 1,2 м2;

*PБ* – расчетное барометрическое давление для данной местности, определяемое по данным для теплого периода года [1], кПа

Результаты вычислений занести в таблицу 12.

Таблица 12 – Объем влагопоступлений в помещение

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № пом. | Wн,  кг/с | Wл,  кг/с | W*гор.б.*,  кг/с | W*пол.*,  кг/с | W*пищ.*,  кг/с | W*р.*,  кг/с | W*а.*,  кг/с | Wпом,  кг/с |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**5 Подбор оборудования системы кондиционирования**

**5.1 Обработка** **воздуха** **в** **кондиционерах**

Выбор и расчет систем кондиционирования воздуха в помещениях жилых и общественных зданий имеют свои специфичные особенности. Они во многом определяются тепловым и воздушным балансом. К основным составляющим тепловых поступлений относятся: энергия солнечных лучей, проникающая в помещения непосредственно через световые проемы, и внутренние теплопоступления от людей, бытового и офисного оборудования. Выделения влаги (водяных паров), как правило, незначительное и в основном происходит за счет дыхания людей. В связи с этим угловой коэффициент луча процесса составляет достаточно большую величину, которая может превышать 10000 кДж/кг. На i-d диаграмме влажного воздуха линия изменения состояния воздуха в помещении стремится к вертикали.

К особенностям жилых и общественных помещений можно также отнести и небольшое количество приточного воздуха.

Перечисленные особенности температурного и воздушного режима помещения требуют использования определенных типов кондиционеров, работающих на полной рециркуляции с подачей приточного воздуха, минующего системы кондиционирования. К этим типам относятся бытовые кондиционеры (оконные и сплит-системы), а также некоторые модели фанкойлов.

Уникальность схемы обработки воздуха в бытовых кондиционерах заключается в том, что параметры внутреннего воздуха являются результирующими величинами двух процессов, происходящих непосредственно в помещении. Изменения параметров приточного воздуха происходит под воздействием теплоты и влагоизбытков при одновременном подмешивании наружного приточного воздуха. В этих системах кондиционирования воздуха отсутствуют специальные устройства для смешивания внутреннего и наружного воздуха.

Происходящие в помещениях процессы можно отобразить на i-d диаграмме, приложение Б. На ней представлены следующие обозначения:

точка Н – параметры наружного воздуха;

точка П – приточного воздуха;

точка В – внутреннего воздуха;

точка К – параметры воздуха, выходящего из кондиционера;

точка О – параметры воздуха в месте соприкосновения его с поверхностью испарителя.

Линия П-В характеризует изменение воздуха внутри помещения, причем параметры приточного воздуха являются результатом смеси наружного воздуха и воздуха, обработанного кондиционером.

Линия В-К характеризует изменение параметров воздуха при обработке его внутри кондиционера. При этом мощность кондиционера расходуется на изменение теплосодержания воздуха от значения, характеризующего внутренний воздух *iв*, до значения, характеризующего приточный воздух *iк*.

Для определения параметров влажного воздуха на выходе из поверхностных воздухоохладителей используют понятие **байпас-фактор.** Он определяет долю теплоты, уносимую потоком воздуха, проходящим через воздухоохладитель, при недоохлаждении его до температуры поверхности теплообменника.

На рис. 4 показан процесс охлаждения воздуха в воздухоохладителе, изображенный в i – d диаграмме. Точка 1 соответствует параметрам воздуха на входе в воздухоохладитель, точка 2 – параметрам воздуха на выходе из воздухоохладителя. Температура в точке 3 соответствует среднему значению температуры поверхности воздухоохладителя.

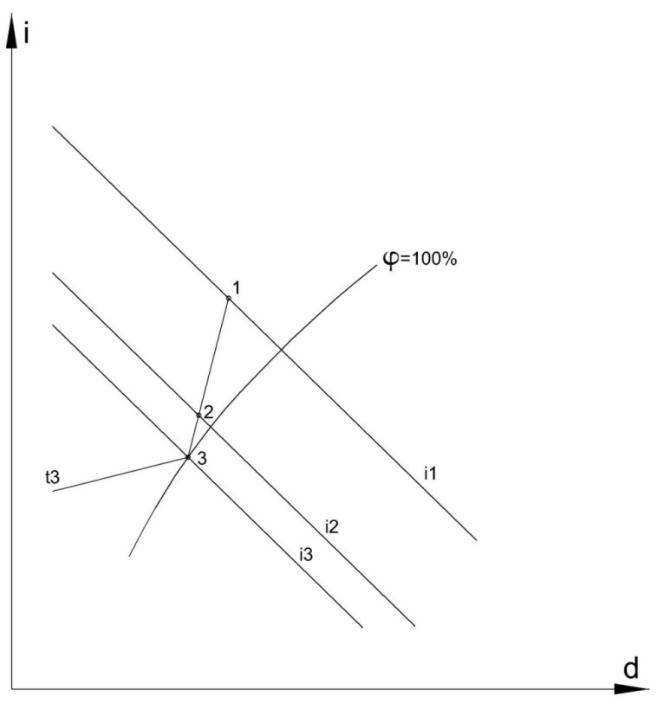


Рис. 4. – Обработка воздуха в поверхностных теплообменниках кондиционеров

По определению, уравнение для расчета байпас-фактора имеет вид

 (34)

где *i1* – теплосодержание внутреннего воздуха на входе в охладитель, приравненное к теплосодержанию внутреннего воздуха, кДж/кг;

*i2*– теплосодержание внутреннего воздуха на выходе из охладителя, определяемое по формуле (35), кДж/кг;

*i3*– количество тепловой энергии поглощенной теплообменным устройством в процессе охлаждения, определяемое по формуле (36), кДж/кг

 (35)

где *i3*– то же, что в формуле (34);

*i1* – то же, что в формуле (34);

BF – байпас фактор подобранного кондиционера, определяемый по каталогу

 (36)

где *i1*– то же, что в формуле (34);

*Qк*– полная холодопроизводительность кондиционера, определяемая по формуле (37), кДж;

*Gк*– расход внутреннего воздуха кондиционером, определяемый по формуле (39), м3/ч;

*BF* – то же, что в формуле (35)

Значения байпас-фактора приводятся в технических характеристиках конкретного оборудования и могут быть использованы для выбора температуры, охлаждающей среды в воздухоохладителе, при известных параметрах воздуха на входе в воздухоохладитель массовом расходе воздуха и тепловой нагрузке.

**5.2 Методика** **расчета** **автономных,** **местных** **систем** **кондиционирования** **воздуха,** **с** **обработкой** **только** **внутреннего** **воздуха**

*Последовательность выполнения расчетов*

Целью расчетов является определение параметров внутреннего и приточного воздуха и выбора мощности кондиционера для конкретного помещения с учетом выделений теплоты и влаги.

Пример построения процессов на i-d диаграмме влажного воздуха представлен в приложении А.

Вычисления выполняются в следующей последовательности:

1. Определяем полные избыточные поступления теплоты в кондиционируемое помещение

 (37)

где *Q* – суммарное количество теплоты от источников теплопоступлений в помещение, по таблице 4, Вт

Расчёт полных избыточных теплопоступлений приведен в таблице 4.

1. Влаговыделения в помещении *Wпом* определяют как сумму выделений влаги от людей *Wл*, приточного воздуха *Wн*, мокрой поверхности пола W*пол*., горячих блюд *Wгор*.*б.*, готовящейся пищи *Wпищ.* и от комнатных растений *Wр.*, таблица 12.
2. Определяем количество приточного (наружного) воздуха *Gн*, кг/ч, из условия санитарно-гигиенических норм по наибольшему значению.

Расчёт воздухообменов в помещениях проведен по формулам (13, 14).

1. Определяем численное значение луча процесса, которое рассчитывается как отно­шение полных тепловыделений к влаговыделениям

 (38)

где *Qnизб* – полные избыточные поступления теплоты в кондиционируемое помещение, определенные по формуле (37), Вт;

*Wпом* – полные влагопоступления в кондиционируемое помещение, определенные по формуле (27), кг/с

1. По известным параметрам наружного воздуха (*tн*, *φн*), подобранным относительно климатического района города [1], наносим на i-d диаграмму влажного воздуха точку Н.
2. По известным параметрам внутреннего воздуха помещения (*tв*, *φв*), подобранным относительно нормируемых величин, предоставленных в [7], наносим на i-d диаграмму влажного воздуха точку В.

На i-d диаграмме влажного воздуха относительно точки В, характеризующей параметров внутренней среды помещения, уточняем значение теплосодержания *iв*, кДж/кг, воздуха.

1. Производим предварительный подбор внутреннего блока кондиционера по каталогу основываясь на значении полных избыточных поступлений теплоты в кондиционируемое помещение *Qnизб*.

Относительно выбранного внутреннего блока кондиционера определяем, идущий с ним в комплекте наружный блок кондиционера.

Данные производительности и расхода заносим в таблицу 13.

Таблица 13 – Спецификация оборудования

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Помещение№ | Система | Внутренний блок | Наружный блок | ТС, кВт | AFR, м3/мин | BF |
|  |  |  |  |  |  |  |

\* - Производительность на скоростях: низкой - номинальной – максимальной. При выборе кондиционера опираются на номинальную производительность.

1. По известным техническим характеристикам оборудования определяем расчетные величины производительности и расхода внутреннего рециркуляционного воздуха

 (39)

и

 (40)

где *AFR* – расход внутреннего воздуха кондиционером, определенный по каталогу, м3/мин;

*Qх*– холодопроизводительность кондиционера, определенная по каталогу, кВт;

1. По определенным расчетным величинам и известным параметрам внутренней среды по формуле (36) рассчитываем изменение теплосодержания воздуха в процессе охлаждения.
2. По определенным расчетным величинам и известным параметрам внутренней среды по формуле (35) рассчитываем теплосодержание воздуха на выходе из кондиционера.
3. По определенным расчетным величинам и известным параметрам внутренней среды рассчитываем теплосодержание воздуха в точке смеси

 (41)

где *Gк* – расход внутреннего воздуха кондиционером, определенный по формуле (39);

*Gн*– расход наружного воздуха кондиционером, определяемый как наибольшее значений по формулам (13, 14);

*i2*– то же, что в формуле (35);

*iн* – то же, что в формуле (15)

1. После определения всех необходимых исходных данных, переходим к построению процессов на i-d диаграмме, на которой согласно пунктам 5 и 6 методики расчета уже нанесены точки Н и В, характеризующие состояние внутренней и внешней сред соответственно.

Построение процессов на i-d диаграмме влажного воздуха:

– На пересечении *i3* и φ=95% наносим точку О, характеризующую параметры воздуха в месте соприкосновения с испарителем.

– На пересечении линии *i3* и линии В-О наносим точку К. Уточняем значение параметров воздуха в этой точке. Линия В-К характеризует изменение параметров воздуха при обработке его внутри кондиционера.

– Строим процесс К-Н, характеризующий изменение параметров наружного воздуха, поступающего в кондиционер.

– На линии процесса К-Н откладываем точку С путем пересечения *ic* с этой линией и получаем точку смеси.

– Через точку В проводим луч процесса, который должен пересечь линию процесса К-Н в точке С. Если данное условие выполняется, то кондиционер подобран верно. Если же нет, то необходимо вернутся к пункту 7 методики расчета и повторить предшествующие действия повторно.

– На пересечении iв и φ=95% наносим точку В1, характеризующую температуру влажного термометра EWB.

13) По известной температуре влажного термометра EWB и температуре внутреннего воздуха в кондиционируемом помещении путем интерполяции по таблице каталога определяем действительную полную холодопроизводительность определенного ранее кондиционера ТС и заносим ее в спецификацию, таблица 13.

**6 Проектирование системы кондиционирования**

Для предупреждения возникновения аварийных ситуаций, выхода из строя оборудования и нарушения режима эксплуатации помещения следует надлежащим образом выполнять нормы проектирования и конструирования СКВ.

В соответствии с [9, п.9.2] при эксплуатации жилых помещений требуется: своевременно принимать меры по устранению неисправностей инженерного и другого оборудования, расположенного в жилом помещении (систем водопровода, канализации, вентиляции, отопления, кондиционирования и других), нарушающих санитарно-гигиенические условия проживания.

Проектирование и конструирование систем кондиционирования воздуха одноквартирных жилых домов следует выполнять в соответствии с нормами и рекомендациями [4].

**Графическая часть** выполняется от руки со следующим содержанием:

– план 1-го этажа с нанесением элементов системы кондиционирования воздуха, М 1:100;

– план 2-го этажа с нанесением элементов системы кондиционирования воздуха, М 1:100.

Все необходимые пояснения к выполнению графической части представлены в [6].

Проектирование системы кондиционирования выполняют в следующей последовательности:

1. Вычерчивают план, на котором, в соответствии с [6], должны быть указаны следующие элементы:

а) оси здания с размерами между ними;

б) ориентация коттеджа по сторонам света;

в) отметки чистых полов этажей;

г) буквенно-цифровые обозначения воздуховодов и трубопроводов;

д) диаметры и сечения трубопроводов и воздуховодов;

е) оборудование системы кондиционирования с указанием на полках линий-выносок их обозначений;

2. На планах размещают внутренние и внешние блоки кондиционеров, как правило, с первыми, у наружных стен (в случае невозможности - у внутренних стен);

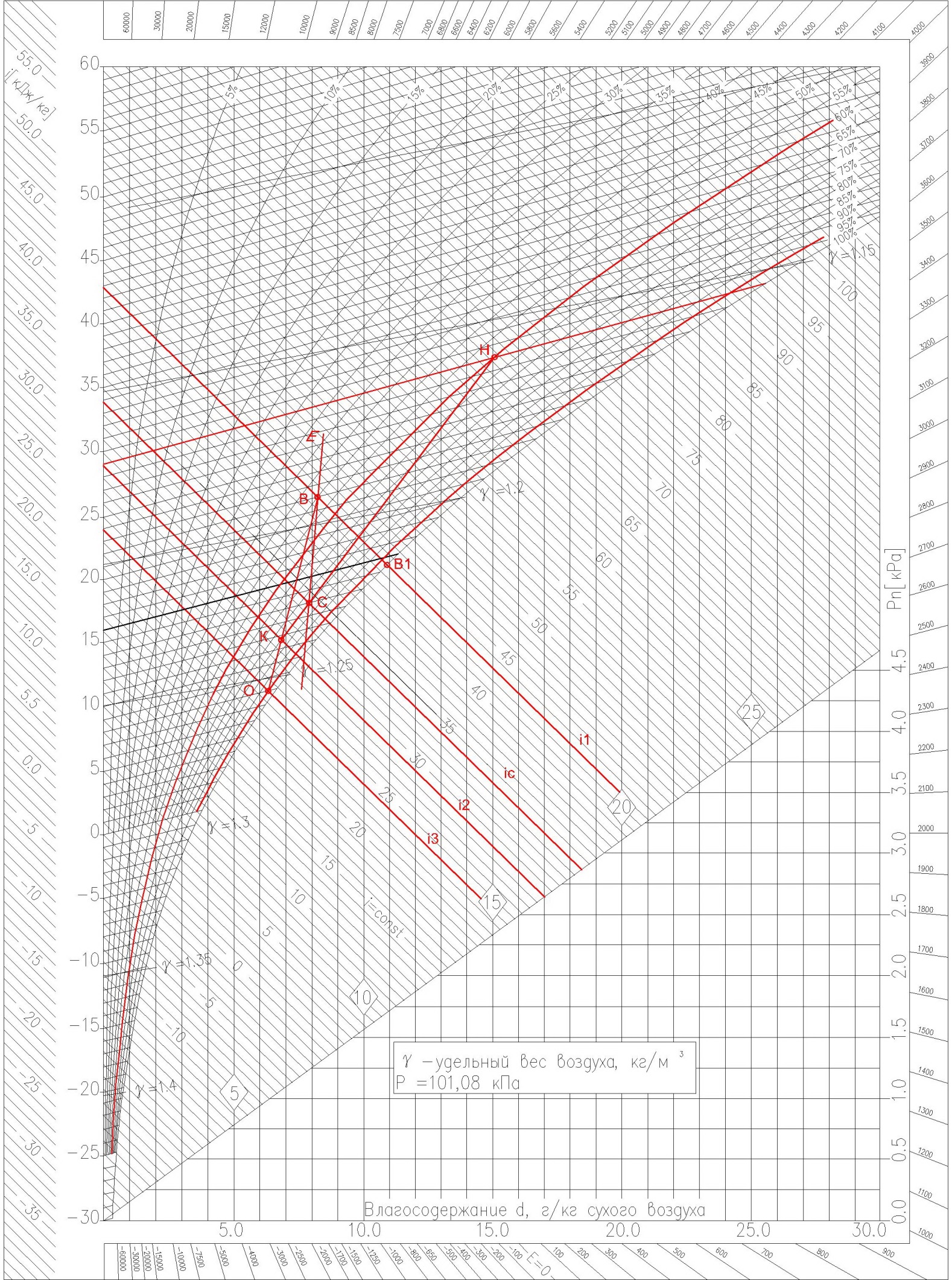
3. Внутренний и внешний блок соединяются прямым и обратным трубопроводом, которые наносятся на план с указанием на полке линии-выноски сечения, определяемого по каталогу для определенной ранее модели кондиционера, относительно подобранного оборудования.

4. От внутренних блоков кондиционеров до места слива в санузле или ванной комнате, прокладывают дренажный трубопровод, с указанием на полке линии-выноски сечения, определяемого по каталогу для определенной ранее модели кондиционера.

В приложении Б представлены планы этажей коттеджа с принципиальной схемой разводки системы кондиционирования воздуха жилых помещений.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99. – Введ. 2013-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2012. – 113 с.
2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23.02.2003. – Введ. 2013-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2012. – 100 с.
3. СП 23-101-2004. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование тепловой защиты зданий. – Введ. 2004-06-01. – М.: Госстрой России, 2005. – 132с.
4. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.– Введ.2017-06-17.–М.:Изд-во стандартов, 2017–67с.
5. СП 31-106-2002. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и строительство инженерных систем одноквартирных жилых домов. – Введ. 2002-09-01 – М.: Госстрой России, 2004 – 30 с.
6. ГОСТ 21.602-2016 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила оформления рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования. – Введ. 2017-07-01 – М.: Стандартинформ, 2016 – 31 с.
7. ГОСТ 30494—2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 2013-01-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – 12 с.
8. ГОСТ 21.205-93 Система проектной документации для строительства. Условные обозначения графических элементов санитарно-технических систем. – Введ. 1994-07-01. – М.: Госстрой России, 1993. – 14 с.
9. СанПиН 2.1.2.2645-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях. – Введ. 2010-06-10. – М.: Минюст РФ 2010. – 11 с.
10. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1 / В.Н. Богословский [и др.] / под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. –319 с. (Справочник проектировщика).
11. Стандарт АВОК 2.1 - 2017. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена. Введ. 2004-06-01. М.: АВОК-ПРЕСС, 2017. – 16 с.
12. Е.В. Стефанов. Вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: Издательство АВОК Северо-Запад, 2005. – 402 с.
13. В.Н. Богословский, О.Я. Кокорин, Л.В. Петров. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. – М.: Стройиздат, 1992. –367 с.
14. Ананьев В.А., Балуева Л.Н., Гальперин А.Д., Городов А.К., Еремин М.Ю., Звягинцева С.И., Муращко В.П., Седых Е.В. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. – М.: ЕВРОКЛИМАТ, 2000. –415 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

