

Министерство образования и науки Российской Федерации
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЕ

Методические указания к курсовой работе

Составитель А. Н. Гвоздков

Волгоград. ВолгГАСУ. 2015



© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный
архитектурно-строительный университет», 2015

УДК 69.002.5(076.5)
ББК 38-5я73
К64

К64 **Кондиционирование** воздуха и холодоснабжение [Электронный ресурс] : методические указания к курсовой работе / М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т ; сост. А. Н. Гвоздков. Электронные текстовые (257 Кбайт). — Волгоград : ВолгГАСУ, 2015. — Учебное электронное издание сетевого распространения. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0. — Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

Рассмотрены методы определения плотности газа, современные методы учета расхода газа, важнейшие параметры газогорелочных устройств, алгоритм определения коэффициента полезного действия теплогенерирующего оборудования.

Для студентов, обучающихся по направлению 270800.62 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» всех форм обучения.

УДК 69.002.5(076.5)
ББК 38-5я73

ВВЕДЕНИЕ

Кондиционирование воздуха – это создание и автоматическое поддержание в помещениях требуемых параметров воздуха (температура, относительная влажность, подвижность и др.) с целью обеспечения оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей или ведения технологического процесса. Кондиционирование воздуха осуществляется комплексом технических средств, называемых системой кондиционирования воздуха (СКВ).

Основными элементами в составе СКВ являются технические средства забора воздуха, его обработки (фильтры, теплообменники, увлажнители и др.), перемещения и распределения, а также средства тепло- и холодоснабжения и автоматического регулирования.

Основное оборудование СКВ агрегируется в аппарат, называемый кондиционером.

В методических указаниях систематизирован материал, необходимый для выполнения курсовой работы, приводится описание его основных разделов, а также даны рекомендации по выполнению расчетной и графической частей.

Выполнение курсовой работы предусматривает подбор основного оборудования центрального кондиционера каркасно-панельного типа (КЦКП) и его компоновку на основе компьютерной программы. Поэтому одним из важнейших условий выполнения курсовой работы является аргументированное обоснование принимаемых технических решений, обеспечивающих наиболее эффективные режимы обработки воздуха в СКВ.

1. СОСТАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части, объем которых определяется заданием на проектирование.

Расчетно-пояснительная записка содержит:

- титульный лист;
- задание на проектирование, подписанное руководителем и студентом-разработчиком;
- основную часть, содержащую технико-экономические результаты проектирования;
- список использованной литературы;
- приложения.

В состав основной части в форме разделов и подразделов включается последовательное изложение результатов разработки следующих вопросов:

- выбора и обоснования расчетных параметров внутреннего и наружного воздуха;
- составления теплового и влажностного баланса для расчетных

(теплого, переходного и холодного) периодов года;

- определения производительности СКВ по воздуху в расчетные периоды года;

- расчета количества наружного воздуха;

- выбора и обоснования технологической схемы проектируемой СКВ;

- построения на *I-d* диаграмме схемы процессов обработки воздуха в СКВ в расчетные периоды года;

- выбора схемы компоновки центрального кондиционера и конструирования его оптимальной модификации;

- проведения компьютерных расчетов по подбору основного оборудования центрального кондиционера и составления технической спецификации.

Графическая часть курсовой работы включает:

- выкопировку из *I-d*-диаграммы схемы процессов обработки воздуха в СКВ;

- чертеж кондиционера принятой модификации в масштабе 1:20 или 1:50 и техническую спецификацию основного оборудования;

- принципиальную функциональную схему СКВ в соответствии с принятой модификацией центрального кондиционера и обвязкой основных блоков центрального кондиционера по теплоносителю и холодной воде;

- принципиальную схему холодильной станции или схему холодоснабжения поверхностных воздухоохладителей центральных кондиционеров.

- принципиальную схему управления центральным кондиционером;

Для выполнения графической части предварительно проводится эскизная разработка схем и технических решений СКВ, согласуемая с руководителем проектирования.

2. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВНУТРЕННЕГО И НАРУЖНОГО ВОЗДУХА

2.1. Выбор расчетных параметров внутреннего воздуха

Нормативными документами устанавливаются оптимальные и допустимые параметры внутреннего воздуха (температура, относительная влажность, подвижность и др.).

В зависимости от вида (назначения) помещения принимаются параметры внутреннего воздуха, которые должны обеспечивать СКВ, и устанавливается ее функциональное назначение [1,2].

Исходя из функционального назначения СКВ устанавливают уровень требований к постоянству поддержания параметров внутреннего воздуха и определяют величину коэффициента их обеспеченности $K_{обп}$, характеризующую относительное число случаев отсутствия отклонения параметров от заданных значений [3]. Так, для помещений с круглосуточным (многоменным) пребыванием людей или круглосуточным технологическим

процессом и высоким уровнем требований обеспеченности внутренних условий – $K_{\text{Обп}}=0,9$. При данном значении $K_{\text{Обп}}$ и отсутствии специальных требований [3] СКВ должны обеспечивать параметры внутреннего воздуха по температуре с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$ и по относительной влажности $\pm 3\%$ [2].

Исходя из точности обеспечения параметров, определяют максимальные и минимальные значения температуры и относительной влажности, при которых параметры воздуха в рабочей зоне поддерживаются СКВ в допустимых пределах, принятых в соответствии с назначением помещения [1,4].

В целях экономии энергии расчетные значения внутренних параметров воздуха в теплый период года поддерживаются на верхнем уровне допустимого диапазона по температуре и относительной влажности, а в холодный период - соответственно на нижнем допустимом уровне [3]:

$$\text{для теплого периода } t_{BT} = t_{B\max} + 1^\circ\text{C}, \varphi_{BXT} = \varphi_{B\max} + 3\%; \quad (1)$$

$$\text{для холодного периода } t_{BX} = t_{B\min} - 1^\circ\text{C}, \varphi_{BX} = \varphi_{B\min} - 3\%, \quad (2)$$

где $t_{B\max}$, $\varphi_{B\max}$, $t_{B\min}$, $\varphi_{B\min}$ - соответственно высшие и низшие значения параметров внутреннего воздуха, принимаемые по табл. 15.1 [1] и 2.5-2.7 [4] в зависимости от назначения помещения.

2.2. Выбор расчетных параметров наружного воздуха

Расчетные параметры наружного воздуха выбираются с учетом требований к поддержанию в кондиционируемых помещениях параметров воздушной среды. Нормами регламентируются расчетные параметры наружного воздуха для теплого и холодного периодов года в виде значений А и Б, в частности, при проектировании систем кондиционирования воздуха температура и энтальпия принимаются по параметрам Б [5].

Выбор расчетных параметров наружного воздуха также может производиться в зависимости от уровня требований к метеорологическим условиям в помещении и коэффициента их обеспеченности. Так, при высоком уровне требований и $K_{\text{Обп}} = 0,9$ в качестве расчетных наружных параметров рекомендуется принимать параметры Б [3].

3. ТЕПЛОВОЙ И ВЛАЖНОСТНЫЙ БАЛАНСЫ ПОМЕЩЕНИЙ

Тепловой и влажностный балансы кондиционируемого помещения составляются на основе учета источников выделения тепла и влаги, влияющих на изменение состояния воздушной среды. Состав источников тепло- и влаговыделений зависит от назначения помещения и определяется заданием на проектирование.

Балансы тепла и влаги составляют отдельно для теплого, переходного и холодного периодов года.

На основе баланса для теплого периода года устанавливаются максимальные значения избытков тепла и влаги в помещении, которые служат основанием для определения полезной производительности СКВ.

На основе баланса для холодного периода года производится оценка возможности снижения производительности СКВ в условиях наименьших избытков и наибольших недостатков тепла при соответствующих избытках влаги.

Расчет баланса тепла и влаги для переходного периода ($t_n = +8$ °С) производится с целью определения производительности СКВ, достаточной для ассимиляции избытков влаги в условиях снижения теплоизбытков. Полученная в этом случае производительность СКВ принимается и для холодного периода года, если теплоизбытки в этот период меньше, чем в переходный.

Поступление тепла от солнечной радиации в кондиционируемое помещение зависит от вида наружных ограждений, ориентации поверхности и других факторов и учитывается только при составлении баланса в теплый период года. Расчет количества тепла от солнечной радиации производится по известной методике [1,2,5] с учетом изменения ее величины в различное время суток.

Необходимо отметить, что снижения (до 50 %) теплопоступлений через окна и фонари помещений можно достигнуть при использовании защитных противоинсоляционных приспособлений - штор, жалюзи и др. При максимумах теплопоступлений от солнечной радиации в пределах светового дня теплопоступления от искусственного освещения принимают в размере 50 % от расчетной величины исходя из условия частичного включения осветительных приборов. В тепловом балансе холодного и переходного периодов года при избытках тепла теплопоступления от искусственного освещения учитываются в полном объеме, при недостатках – в размере 50 %.

При определении количества тепла, поступающего от осветительных приборов, необходимо также учитывать особенности конструкции подвесного потолка. В случае использования неветилируемого подвесного потолка 100 % выделяющегося тепла поступает в помещение. Если используется вентилируемый подвесной потолок, то в помещение поступает 60-70 % всего выделяемого тепла, а если тот же подвесной потолок, но с вытяжкой через плафон, то поступление тепла в помещение снижается до 50 % [4].

Теплопоступления от людей зависят от интенсивности выполняемой работы и параметров окружающего воздуха [1,2]. Тепло, выделяемое людьми, складывается из явного и скрытого. При значении температуры воздуха внутри помещения $18 \div 25$ °С и выполнении работы средней тяжести удельные значения явного тепла составляют в среднем $30 \div 50$ % от величины полных тепловыделений [4].

Если в помещении находятся преимущественно женщины, то значения тепло- и влаговыделений следует принимать с коэффициентом 0,85 [2].

Инfiltrация является фактором, которым в ряде случаев нельзя пренебрегать при составлении тепловлажностного баланса кондиционируемого помещения. В теплый период года ввиду наличия

естественной эксфильтрации и избыточного давления в помещении создаются условия, препятствующие инфильтрации. Учитывая данное обстоятельство, расчетный расход тепла на подогрев инфильтрующегося наружного воздуха производят в основном в холодный период года [2,4]. При проведении инженерных расчетов указанный выше расход тепла с достаточной степенью точности может быть принят в размере 10-20 % от общих теплопотерь кондиционируемого помещения.

Если рассматривать современные помещения, в которых все ограждения выполняются с максимальной герметичностью, в частности притворы окон и фонарей имеют специальные уплотнения, или когда в помещении создается подпор, то инфильтрацию можно не учитывать [1,4].

В кондиционируемых помещениях система отопления с местными нагревательными приборами обычно предусматривается для обеспечения параметров дежурного отопления ($t_B = +5$ °С) и предупреждения конденсации водяного пара на внутренней поверхности остекления. Теплопоступление от системы дежурного отопления $Q_{от}$, Вт, определяется из выражения

$$Q_{от} = Q_{хп} \frac{(t_{вд} - t_{нх})}{(t_{вх} - t_{нх})}, \quad (3)$$

где $Q_{хп}$ - теплопотери в холодный период, Вт; $t_{вд}$, $t_{нх}$, $t_{вх}$ - расчетная температура внутреннего воздуха в режиме дежурного отопления, наружного и внутреннего воздуха в холодный период, °С.

Теплопотери в переходный период, Вт, определяются по формуле

$$Q_{пп} = Q_{хп} \frac{(t_{вх} - t_{пп})}{(t_{вх} - t_{нх})}, \quad (4)$$

где $t_{пп}$ - температура наружного воздуха в переходный период, °С.

Результаты расчета теплового баланса по полному, явному теплу и влаге сводят в табл.1. Для каждого периода в расчетной таблице со знаком (+) обозначают статьи поступлений тепла и влаги, а со знаком (-) - статьи потерь.

По результатам расчета тепловлажностных балансов для каждого периода года определяется угловой коэффициент луча процесса в помещении, кДж/кг:

$$\varepsilon_T = \frac{\sum Q_{пт} \cdot 3,6}{\sum W_m}, \quad (5)$$

$$\varepsilon_{п} = \frac{\sum Q_{пп} \cdot 3,6}{\sum W_{п}}, \quad (6)$$

$$\varepsilon_x = \frac{\sum Q_{пх} \cdot 3,6}{\sum W_x}, \quad (7)$$

где $\sum Q_{пт}$, $\sum Q_{пп}$, $\sum Q_{пх}$ - итоговые поступления полного тепла в помещение

соответственно в теплый, переходный и холодный периоды года.

Таблица 1

Тепловлажностный баланс помещения

Источники тепловлагопоступлений (потерь)	Периоды года								
	Теплый			Переходный			Холодный		
	Полное тепло, Вт	Явное тепло, Вт	Влага, кг/ч	Полное тепло, Вт	Явное тепло, Вт	Влага, кг/ч	Полное тепло, Вт	Явное тепло, Вт	Влага, кг/ч
Технологическое оборудование									
Искусственное освещение									
Солнечная радиация									
Внутренние ограждения									
Инфильтрация									
Люди									
Отопление									
Потери через наружные ограждения									
Другие виды									
<i>Итого</i>									

4. РАСЧЕТ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

4.1. Определение производительности СКВ

На основании итоговых значений тепловлажностного баланса производится расчет воздухообмена, т.е. определяется количество воздуха, необходимое для ассимиляции избытков тепла и влаги в помещении и создания оптимальных или допустимых параметров внутреннего воздуха в кондиционируемом помещении.

Расчет начинают с построения схемы процесса изменения тепловлажностного состояния приточного воздуха для теплого периода года (прил.1, рис. а). На *I-d*-диаграмму наносят точку В, соответствующую значениям расчетных параметров внутреннего воздуха ($t_{вТ}$, $\phi_{вТ}$). При этом барометрическое давление *I-d*-диаграммы должно соответствовать значению расчетного барометрического давления для пункта проектирования [6]. Через эту точку проводят луч процесса изменения состояния приточного воздуха с

угловым коэффициентом ε_T . От точки В вниз по линии $d_B = \text{const}$ откладывают отрезок, ограниченный разностью температур Δt , равной 1°C . Через конечную точку этого отрезка (В) параллельно лучу процесса с ε_T проводят прямую до пересечения с линией $\phi = 90\%$, характерной для состояния воздуха после его обработки в камере орошения или поверхностном воздухоохладителе (точка О). Из точки О вверх восстанавливают линию $d_O = \text{const}$ до пересечения с лучом процесса с ε_T (точка П). Образованный при этом отрезок прямой ОП на линии $d_O = \text{const}$ характеризует процесс нагревания воздуха в вентиляторе вследствие его интенсивного перемешивания. Точка П определяет параметры приточного воздуха, соответствующие максимальной расчетной разности температур $\Delta t_p = (t_{BT} - t_{ПТ})$. Отрезок луча процесса с ε_T , ограниченный точками П и В, характеризует процесс ассимиляции проточным воздухом избытков тепла и влаги в помещении. Завершение процесса в точке В соответствует частному случаю, когда все тепло- и влагоизбытки выделяются и ассимилируются в пределах рабочей зоны. В этом случае $t_y = t_B$.

Если в пределах рабочей зоны ассимилируется только часть избыточных значений тепла и влаги, то параметры удаляемого воздуха определяются коэффициентом воздухообмена, зависящим от способа организации воздухообмена, вида, мощности и распределения источников тепла в помещении:

$$K_{\text{воз}} = \frac{t_y - t_{\text{П}}}{t_B - t_{\text{П}}}, \quad (8)$$

Для помещений, в которых циркуляция воздуха происходит при доминирующем влиянии приточных струй, величина $K_{\text{воз}}$ может быть принята в зависимости от схемы организации воздухообмена и доли теплоизбытков, ассимилируемых в пределах рабочей зоны, - q_{p3} .

Схема организации воздухообмена в помещении оказывает большое влияние на эффективность СКВ, так как от ее выбора зависит обеспечение требуемых параметров воздуха по объему обслуживаемой или рабочей зоны (степень равномерности полей параметров воздуха) и производительность СКВ по воздуху. При выборе схемы организации воздухообмена следует учитывать конкретные особенности помещения, его назначение, конструктивные решения.

Рекомендации по выбору схемы подачи и удаления воздуха приведены в [2,4,9].

По гигиеническим показателям и равномерности распределения параметров в рабочей зоне для большинства кондиционируемых помещений наиболее приемлемой является подача приточного воздуха с наклоном в рабочую зону на уровне $4 \div 6$ м и удалением общеобменной вытяжкой из верхней зоны. При отсутствии местных отсосов, отводящих тепло, для такой схемы характерно $q_{p3} = 0,7$, чему соответствует $K_{\text{воз}} = 1,1$ [2].

Для производственных помещений с кондиционированием воздуха следует предусматривать положительный дисбаланс притока и вытяжки, если в них отсутствуют вредные выделения взрывоопасных газов, паров и аэрозолей.

При наличии тамбур-шлюза расход воздуха для обеспечения дисбаланса принимается равным расходу, подаваемому в тамбур-шлюз [5].

С учетом $K_{\text{воз}}$ определяют полезную производительность СКВ L , м³/ч, исходя из максимальных избыточных поступлений явного тепла в помещение в теплый период года [2].

$$L = \frac{3,6 \sum Q_{\text{ЯТ}}}{c \cdot \rho \cdot K_{\text{воз}} (t_{\text{вТ}} - t_{\text{п}})}, \quad (9)$$

где $Q_{\text{ЯТ}}$ - избыточное явное количество теплоты в помещении, Вт; $t_{\text{в}}$ - температура воздуха в обслуживаемой зоне, °С; $t_{\text{п}}$ - температура воздуха, подаваемого в помещение, °С; c - удельная теплоемкость воздуха, равная 1,005 кДж/(кг °С); ρ - плотность воздуха, кг/м³.

Исходя из рассчитанной полезной производительности определяют полную производительность СКВ, учитывающую потери воздуха на утечки в сетях приточных воздуховодов:

$$L_{\text{п}} = K_{\text{п}} L, \quad (10)$$

где $K_{\text{п}}$ - коэффициент потерь; при установке кондиционера вне обслуживаемого помещения для систем с протяженностью приточных сетей до 50 м принимается $K_{\text{п}} = 1,1$, более 50 м $K_{\text{п}} = 1,15$.

4.2. Выбор и обоснование типа СКВ

Выбор принципиальной схемы СКВ производится с учетом назначения помещения, особенностей технологического процесса, в частности интенсивности и характера выделяющихся вредностей, расположения рабочих мест и т. д. Наибольшее распространение получили центральные СКВ, применяемые для обслуживания так называемых помещений значительного объема - более 1500-2500 м³. Исходным условием выбора СКВ является число обслуживаемых в помещении зон с различными параметрами внутреннего воздуха. При равномерном распределении параметров и изменении тепловлажностных нагрузок применяются однозональные центральные СКВ. При наличии в помещении зон, отличающихся интенсивностью тепло- и влаговывделений и характеризующихся различными значениями параметров внутреннего воздуха, применяются многозональные СКВ [1,2,3].

В процессе выбора типа СКВ, если расход приточного воздуха окажется выше минимально необходимого, оценивают возможность применения в СКВ рециркуляции удаляемого воздуха.

Рециркуляция возможна, если она допустима по санитарно-гигиеническим соображениям, т.е. если в помещении не выделяются токсичные, пахучие или пожаро- и взрывоопасные вещества. Рециркуляция целесообразна, если затраты на устройство и эксплуатацию систем рециркуляции не превышают стоимости энергии, экономия которой достигается за счет ее применения, если энтальпия внутреннего или удаляемого воздуха ниже энтальпии наружного воздуха для расчетных условий.

Использование СКВ с рециркуляцией воздуха не рекомендуется для помещений, в которых выделяются вредные вещества (газы, пары, пыль) 1-го и 2-го класса опасности, содержатся болезнетворные бактерии, вирусы и грибки или имеются резко выраженные неприятные запахи [1,5]. Забор воздуха на рециркуляцию может осуществляться как из обслуживаемого помещения, так и из другого, отвечающего вышеназванному требованию.

Для помещений, не требующих высокой точности регулирования температуры и относительной влажности ($\Delta t > \pm 2$ °С, $K_{\text{Обп}} < 0,7$), экономично применение СКВ с первой и второй рециркуляцией. При среднем и высоком уровнях требований к обеспеченности параметров внутреннего воздуха ($K_{\text{Обп}} > 0,7$) наиболее целесообразно применение СКВ с первой рециркуляцией. С целью дополнительной экономии тепла и холода рекомендуется применять рециркуляционные СКВ, обеспечивающие подачу переменных объемов наружного воздуха в зависимости от изменения в расчетных пределах ($I_x - I_T$) его энтальпии. При этом для осуществления рециркуляции применяют отдельный вентилятор в дополнение к приточному (двухвентиляторная схема) с целью повышения надежности регулирования.

Для снижения энергетических затрат рекомендуется применение СКВ низкого (до 1000 Па) и среднего (1000-3000 Па) давления с радиусом действия (протяженностью приточных воздуховодов) соответственно до 50 м и 100 м.

Исходя из перечисленных факторов, при отсутствии особых условий, определяемых в задании на проектирование, для большинства помещений общественных и промышленных зданий можно считать наиболее рациональной центральную двухвентиляторную СКВ низкого или среднего давления с первой рециркуляцией, работающую при переменном объеме наружного воздуха.

4.3. Расчет количества наружного воздуха

Использование наружного воздуха в СКВ требует значительных затрат тепла и холода на его обработку. Поэтому в целях экономии энергии необходимо стремиться к уменьшению количества обрабатываемого наружного воздуха.

Минимально допустимое количество используемого наружного воздуха определяется исходя из следующих трех требований:

1) обеспечения требуемой по санитарным нормам подачи воздуха на одного человека, м³/ч:

$$L_{1H} = L_{уд} \cdot n, \quad (11)$$

где $L_{уд}$ - нормируемый расход наружного воздуха, подаваемого на одного человека, м³/(ч· чел); n - количество человек, находящихся в помещении;

2) компенсации воздуха, удаляемого местными отсосами и используемого на технологические нужды, м³/ч:

$$L_{2H} = L_{M.O}, \quad (12)$$

3) поддержания избыточного давления в кондиционируемом помещении, м³/ч:

$$L_{3H} = V_{пом} \cdot k, \quad (13)$$

где $V_{пом}$ - строительный объем помещения, м³; k - кратность превышения притока воздуха над вытяжкой, ч⁻¹.

Определение расхода наружного воздуха по пункту 3 производится для кондиционируемых помещений с повышенными требованиями к воздушной среде, в которых имеет место превышение притока над вытяжкой [3].

Для теплого периода года принимают следующее превышение притока в помещении над вытяжкой, выраженное в объеме помещения в 1 ч (ч⁻¹):
помещение с окнами:

- на одну сторону -1;
- на две стороны -1,5;
- на три или четыре стороны -2.

В качестве расчетного значения расхода наружного воздуха принимается наибольшее из первого и суммы второго и третьего значений:

$$L_H = \max\{L_{1H}, L_{2H} + L_{3H}\} \quad (14)$$

Полный расход наружного воздуха в теплый период равен

$$L_{HП} = K_{пот} \cdot L_H, \quad (15)$$

где $K_{пот}$ - коэффициент сетевых потерь воздуха; L_H - наибольшая величина расхода наружного воздуха из расчетов по п. 1-3.

4.4. Построение схемы процессов работы СКВ в теплый период года

На $I-d$ -диаграмму (прил.1, рис. б) с результатами построения схемы процессов изменения состояния приточного воздуха в теплый период наносят точку Н, соответствующую параметрам наружного воздуха для этого периода ($I_{НТ}$, $t_{НТ}$). Исходя из принятого значения коэффициента эффективности воздухообмена $K_{воз}$ определяют расчетную разность температур, °С:

$$t_y - t_{II} = K_{воз}(t_B - t_{II}). \quad (16)$$

На пересечении луча процесса ε_{Π} с изотермой $t_y = \text{const}$ определяется положение точки У, соответствующее параметрам удаляемого из помещения воздуха. Из точки У по линии $d_y = \text{const}$ вертикально вверх откладывают отрезок, соответствующий разности температур Δt , равной 1°C . Пересечение линии $d_y = \text{const}$ и $(t_y + 1^\circ\text{C}) = t_p = \text{const}$ определяет точку Р, характеризующую параметры рециркуляционного воздуха, поступающего в камеру смешивания кондиционера.

Через точки Р и Н проводят прямую, представляющую процесс смешивания наружного и рециркуляционного воздуха, и определяют энтальпию смеси, кДж/кг:

$$I_C = I_P + \frac{G_{\text{НП}}}{G_{\Pi}} (I_H - I_P), \quad (17)$$

где $G_{\text{НП}}$ - расход наружного воздуха, кг/ч; G_{Π} - полная производительность СКВ, кг/ч.

Пересечением линии смешивания РН с изоэнтальпией $I_C = \text{const}$ наносится точка С, характеризующая параметры смеси перед её обработкой в камере орошения. Соединением точек С и О строится процесс обработки воздуха в камере орошения. Если проектируется СКВ, работающая без рециркуляции, то в камеру орошения поступает воздух с параметрами точки Н и построения точек Р и С не производятся.

4.5. Построение схемы процессов работы СКВ в переходный и холодный периоды года

В холодный и переходный периоды года в связи с уменьшением тепловой нагрузки рекомендуется снижать производительность СКВ.

Согласно [5] число кондиционеров к установке в СКВ принимается не менее двух с производительностью каждого из них не менее 50 % полной производительности СКВ. Поэтому первоначально рассматривают условия переходного периода и оценивают возможность уменьшения производительности СКВ путем отключения одного из кондиционеров. На $I-d$ -диаграмму наносят точку В, соответствующую расчетным параметрам внутреннего воздуха для холодного периода года. Через точку В, в соответствии с угловым коэффициентом ε_{Π} для переходного периода проводят луч процесса в помещении и определяют энтальпию приточного воздуха для условий уменьшенной производительности СКВ, кДж/кг :

$$I_{\Pi} = I_B - \frac{\sum Q_{\Pi} \cdot 3,6}{\rho \cdot n_K \cdot L_{\Pi}}, \quad (18)$$

где n_K - доля работающих кондиционеров от общего их числа (для установки из двух кондиционеров при отключении одного из них $n_K = 0,5$).

Пересечением луча процесса с изоэнтальпией I_{Π} определяется точка П, характеризующая параметры приточного воздуха. Если полученная разность

температур внутреннего и приточного воздуха ($t_B - t_{II}$) равна или превышает разность температур для теплого периода не более чем на $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$, то уменьшение производительности СКВ отключением одного кондиционера считается возможным. При большем превышении положение точки II на луче процесса определяется исходя из разности температур теплого периода. Согласно этому устанавливают разность энтальпий ($I_B - I_{II}$) и рассчитывают производительность СКВ L_{II} для переходного периода (см.(9)), которую обеспечивают снижением оборотов вентилятора, используя гидромуфты, направляющий аппарат или частотный преобразователь.

Если теплоизбытки в холодный период года (с учетом отопления) меньше, чем в переходный, то производительность СКВ на весь холодный период ($t_H < +8 \text{ }^\circ\text{C}$) принимают из расчета переходного периода. Тогда для холодного периода расчет сводится к определению параметров точки II на луче процесса с угловым коэффициентом ε_X при принятом расходе приточного воздуха $L_X = L_{II}$. При этом СКВ работает по схеме, построенной в соответствии с расчетными параметрами холодного периода (прил.1, рис. в).

Согласно значениям параметров I_H, t_H, t_B, φ_B наружного и внутреннего воздуха на $I-d$ -диаграмме наносят точки H и B и соединяют их отрезком прямой, представляющей процесс смешивания наружного и рециркуляционного воздуха. Нагревание воздуха в рециркуляционном вентиляторе и воздуховодах в холодный период не учитывается. По аналогии с теплым периодом определяется значение I_C и положение точки C на линии HB. При этом количество наружного воздуха принимают то же, что и для теплого периода. Смесь наружного и рециркуляционного воздуха нагревается воздухонагревателем первого подогрева при $d_C = \text{const}$ до температуры t_K , при которой $I_K = I_O$, т. е. расчетной энтальпии воздуха после его адиабатического увлажнения в камере орошения. После камеры орошения воздух нагревается в секции второго подогрева до расчетного значения температуры t_{II} . При построении схемы процессов работы СКВ в холодный период возможны три случая размещения точки C на линии смешивания HB наружного и рециркуляционного воздуха: 1- энтальпия воздуха I_C меньше энтальпии I_O ; 2 - $I_C = I_O$; 3 - $I_C > I_O$.

В первом случае требуется нагревание воздуха от энтальпии I_C до энтальпии $I_K = I_O$. Во втором и третьем случаях СКВ проектируют без первого подогрева. При этом в третьем случае точку C наносят пересечением линии смешивания HB изоэнтальпией $I_O = \text{const}$ и пропорционально соотношению длины отрезка CB определяют фактический расход наружного воздуха, необходимый для получения смеси с энтальпией $I_C = I_O$, при которой не требуется подогрева воздуха перед камерой орошения:

$$L_{HII} = L_{II} (CB / HB). \quad (19)$$

Для данного случая расход наружного воздуха будет превышать минимальное расчетное значение L_{HII} без ущерба для энергетических

показателей СКВ при одновременном улучшении санитарно-гигиенических свойств приточного воздуха.

Специфический случай построения процессов возникает, если точка С, нанесенная на линию НВ, лежит ниже $\varphi=100\%$, т. е. в зоне конденсации водяных паров из смеси (рис.1, е). В результате влагосодержание смеси будет уменьшаться при $I_C=\text{const}$ до достижения состояния насыщения при $\varphi=100\%$. Точка С' пересечения линии $I_C=\text{const}$ с $\varphi=100\%$ будет характеризовать действительное состояние смеси наружного и рециркуляционного воздуха. Поэтому восстановлением из точки С' линии $d_o=\text{const}$ до пересечения с $I_o=\text{const}$ получают процесс нагревания в секции первого подогрева. Дальнейшее построение аналогично рассмотренному выше.

Если энтальпия построенной точки С' $I_C \leq 10,4$ кДж/кг, то возникает опасность обледенения входных поверхностей секций первого подогрева. Во избежание этого рационально применять схему с подогревом наружного воздуха перед его смешиванием с рециркуляционным. При этом действительная точка смеси С' строится пересечением линии $d_c=\text{const}$ и $I_o=\text{const}$. Через точки В и С' проводят действительную линию смешивания, пересечение которой с линией $d_n=\text{const}$ определяет процесс нагревания наружного воздуха НК.

5. КОМПОНОВКА И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ КЦКП

После составления технологической схемы обработки воздуха в центральном кондиционере необходимо выбрать его типоразмер, рассчитать и подобрать функциональные и вспомогательные блоки, скомпоновать центральный кондиционер из отдельных блоков в последовательности, соответствующей принятой технологической схеме.

Кондиционеры центральные каркасно-панельные (КЦКП) предназначены для применения в системах кондиционирования воздуха и вентиляции промышленных и гражданских зданий. Кондиционеры имеют модульную структуру и набираются из функциональных блоков различного назначения, имеющих унифицированные присоединительные размеры.

Набор секций позволяет осуществлять все процессы обработки воздуха – фильтрацию, нагрев, охлаждение, увлажнение, осушение, рекуперацию и регенерацию тепла и холода и поддерживать в обслуживаемом помещении искусственный климат с заданными параметрами.

Широкий диапазон размеров блоков и большое разнообразие предлагаемых способов обработки воздуха в кондиционерах КЦКП позволяет находить приемлемое решение для любых заданных параметров расхода воздуха (от 1,5 тыс. до 100 тыс. м³/ч), производительности по теплу (до 2200 кВт) и холоду (до 800 кВт) с учетом особенностей конкретных объектов.

Тепловая и звуковая изоляция функциональных блоков и герметизация их внутренних объемов позволяет размещать кондиционеры как непосредственно в производственных помещениях, так и вне здания.

Кондиционеры предназначены для горизонтального перемещения воздуха, работают под разрежением (до 1500 Па) и изготавливаются правого и левого исполнения (по ходу воздуха).

Процесс компоновки КЦКП, подбора теплообменников и вентиляторов компьютеризирован (программы VEZA, CUAL, VEZAFAN). Вместе с тем приведенные в методических указаниях данные позволяют выполнить компоновку и подбор оборудования «ручным» способом.

5.1. Типоразмерный ряд кондиционеров

Типоразмерный ряд кондиционеров построен с частотой, принятой в мировой практике. В основу построения ряда положено использование различных сочетаний модуля 610 × 610 мм, его половины (305 × 610 мм), на базе которых установлены фронтальные размеры воздухопроточной части блоков кондиционеров. Предусмотрена возможность использования размера, составляющего четвертую часть модуля (152,5 × 610 мм).

В отдельных случаях возможна иная компоновка воздухопроточной части блоков кондиционеров при сохранении размеров исходных модулей.

Для индексации принята следующая структура обозначения кондиционеров: кондиционеры центральные каркасно-панельные КЦКП – N, где N – число, характеризующее номинальную производительность кондиционера по воздуху в тыс. м³/ч.

В настоящее время выпускаются кондиционеры следующих индексов: КЦКП-1,6; КЦКП-3,15; КЦКП-5; КЦКП-6,3; КЦКП-8; КЦКП-10; КЦКП-12,5; КЦКП-16; КЦКП-20; КЦКП-25; КЦКП-31,5; КЦКП-40; КЦКП-50; КЦКП-63; КЦКП-80; КЦКП-100.

Исходя из полной производительности СКВ по воздуху определяют марку и число кондиционеров в установке (прил. 3). При этом необходимо учесть, что рабочие диапазоны расходов воздуха для различных типоразмеров кондиционеров определяются допустимыми значениями скорости в проходных сечениях блоков, имеющимися площадями для их размещения, уровнем шума и другими факторами.

В соответствии с построенной схемой процессов обработки воздуха в СКВ (в теплый и холодный периоды года) принимают одну из характерных компоновочных схем кондиционеров КЦКП (прил. 4) и определяют ее оптимальную модификацию – состав и размещение технологических секций.

Перечень основного оборудования кондиционеров и технологических функций блок-секций представлен в прил. 5.

5.2. Описание функциональных блоков КЦКП

5.2.1. Блоки воздухоприемные и смесительные. Служат для приема и (или) смешения воздуха, поступающего в кондиционер. Все клапаны

выполнены по единой конструктивной схеме и состоят из корпуса и поворотных лопаток, единых по сечению для клапанов всех типоразмеров, опорных подшипников, уплотнений и привода.

Уплотнения лопаток по стыковым соединениям обеспечиваются резиновым профилем, заделанным в лопатки. Конструкция клапана относится к незамерзающим устройствам и не требует обогрева. При использовании кондиционеров в холодных северных районах предусмотрена установка клапанов с электрообогревом.

Клапаны оснащаются ручным или электрическим приводом для режимов плавного (пропорционального) или двухпозиционного регулирования, а также приводом с пружинным возвратом. Клапан размещается снаружи первого по ходу воздуха блока и должен подсоединяться к воздухозаборной шахте или заменяющему её устройству через жесткую или мягкую вставку.

Общий вид и конструктивные характеристики воздухоприемного и различных видов смесительных блоков представлены в [7].

5.2.2. Блоки фильтров. Кондиционеры комплектуются блоками ячейковых фильтров (грубой очистки) или карманных (грубой или тонкой очистки). Возможно применение двухступенчатой очистки воздуха, совмещенной или разнесенной.

Ячейковые фильтры предназначены для очистки наружного или рециркуляционного воздуха при запыленности более 1 мг/м^3 , дисперсности частиц более 10 мкм и требуемой эффективности очистки не выше 80 % (табл. 2).

Таблица 2

Технические характеристики ячейковых фильтров

Показатель	Фильтры		
	ФяУБ	ФяВБ	ФяРБ
Пропускная способность, $\text{м}^3/\text{ч}$ (при удельной воздушной нагрузке $7000 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2)	2150	2150	2150
Начальное аэродинамическое сопротивление, Па (кгс/м^2), не более	40(4)	60(6)	50(5)
Конечное аэродинамическое сопротивление, Па (кгс/м^2), не более	150(15)	150(15)	150(15)
Эффективность очистки, %, не более	80	80	80
Пылеемкость фильтра, г/м^2	570	2200	2300
Фильтрующий материал	Стекловолокни- стый материал ФСВУ	Винипластовые гофрированные сетки	Металличес- кие гофриро- ванные сетки

Карманные фильтры имеют более развитую фильтрующую поверхность и служат для очистки наружного или рециркуляционного воздуха при запыленности $0,5-1,0 \text{ мг/м}^3$ (блоки грубой очистки) или менее $0,5 \text{ мг/м}^3$ (блоки тонкой очистки) (табл. 3). Карманы этих фильтров

изготавливаются из различных материалов в двух исполнениях – нормальной и увеличенной длины.

Фильтрующие элементы размером, соответствующим модульной схеме 610 × 610 мм, устанавливаются в монтажные рамки, составляющие фильтрующую панель. В кондиционерах до КЦКП-40 фильтрующая панель устанавливается в корпус блока сбоку по направляющим. В кондиционерах большей производительности фильтрующая панель собирается внутри корпуса, для чего фильтры вставляются в монтажные рамки и крепятся при помощи специальных пружин. С этой целью перед блоком фильтров предусматривается промежуточная камера для возможности проведения монтажных работ.

Таблица 3

Технические характеристики карманных фильтров

Показатель	Класс очистки						
	G3	G4	F5	F6	F7	F8	F9
Эффективность очистки по весу Am, %	89	92	40-50	60-65	80-85	90-95	>95
Начальное сопротивление, Па	40	42	55	60	110	130	150
Конечное сопротивление, Па	250	250	400	400	400	400	400
Скорость фильтрации, м/с	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Кондиционеры КЦКП предусматривают очистку наружного воздуха до класса F9.

Общий вид и конструктивные характеристики ячеяковых и карманных фильтров представлены в [7].

5.2.3. Блоки воздухонагревателей. Предназначены для нагревания воздуха в секциях кондиционера первого и второго подогрева. В качестве теплообменников применяются медно-алюминиевые пластинчатые воздухонагреватели ВНВ243.1, заключенные в каркас из оцинкованной стали.

Характеристика теплообменника указана в его обозначении:

ВНВ 243.1-xxx-aaa-c-d-ff-e:

xxx - длина оребренных трубок, см;

aaa - высота трубной решетки, см;

c - число рядов трубок по ходу воздуха;

d - шаг оребрения, мм;

ff - число ходов по воде;

e - исполнение (правое или левое).

Водяные воздухонагреватели центральных кондиционеров КЦКП ВНВ 243.1 изготавливают с одним, двумя, тремя и четырьмя рядами трубок по ходу воздуха, с расстоянием между пластинами (шагом) 1,8-4,2 мм.

Теплообменная поверхность образована пучком медных трубок, оребренных гофрированными пластинами из алюминиевой фольги. В

качестве теплоносителя используется горячая и перегретая вода температурой не более 180°C и давлением до 1,6 МПа или другие теплоносители (пар).

Блок предназначен для горизонтального течения воздуха. Воздухонагреватель устанавливается вертикально на специальных направляющих, позволяющих выдвигать его для осмотра, очистки и ремонта.

Конструкция блока позволяет обеспечить как прямоточную, так и противоточную схему движения теплообменивающихся сред.

Подвод теплоносителя рекомендуется осуществлять к нижнему патрубку.

Общий вид и конструктивные характеристики воздухонагревателей представлены в [7].

5.2.4. Блоки воздухоохладителей. Блоки водяных воздухоохладителей предназначены для охлаждения (осушения) воздуха в медно-алюминиевых пластинчатых теплообменниках ВОВ 243.1. Водяные воздухоохладители ВОВ 243.1 выполняются с числом рядов трубок 1-16, с шагом пластин 2,5-4,2 мм.

В качестве холодоносителя используется холодная вода температурой не менее 2 °С. Они оснащаются поддоном и дренажом (с водяным затвором), а при работе на скоростях более 2,5 м/с и каплеуловителем.

Блоки воздухоохладителей с непосредственным испарением фреона (испарители) предназначены для непосредственного испарения хладагента (фреона).

Испаритель, как и водяной воздухоохладитель, оснащается поддоном, а при работе на скоростях более 2,5 м/с каплеуловителем. Поддон оснащен водяным затвором.

Общий вид и конструктивные характеристики водяного и фреонового воздухоохладителей приведены в [7].

5.2.5. Блоки теплоутилизации. Блоки с пластинчатыми теплоутилизаторами предназначены для утилизации тепла удаляемого воздуха посредством теплопереноса через стенки пластинчатого теплообменника. Они применяются при непосредственной компоновке приточной и вытяжной установок. В ряде блоков конструктивно предусмотрены меры против их обмерзания, например путем устройства обводных каналов, разделения поверхности теплообмена на участки - периодически работающие или находящиеся в процессе оттаивания, применения специальных средств автоматизации.

Общий вид и конструктивные характеристики блоков пластинчатых теплоутилизаторов приведены в [7].

5.2.6. Блок-камеры увлажнительные. Блок - камеры форсуночного орошения предназначены для испарительного охлаждения и увлажнения обрабатываемого воздуха и имеют три исполнения по коэффициенту адиабатической эффективности – 65, 85 и 95 % (рис. 1) при номинальной производительности по воздуху, что обеспечивается соответствующим фиксированным расходом воды через форсунки.

Направление распыла воды из форсунок встречное. Требуемые расход воды и давление перед форсунками обеспечивают установкой дросселя. Панель со стороны обслуживания снабжена смотровым окном для контроля работы оросительной системы.

Общий вид и конструктивные характеристики камер форсуночного орошения приведены в [7].

Блок-камеры сотового увлажнения предназначены для испарительного охлаждения и увлажнения воздуха в адиабатическом режиме с коэффициентами 65, 85 и 95 %.

Для защиты сотовых кассет от засорения воздух, поступающий в увлажнитель, должен быть отфильтрован до степени не ниже EU 3. Если в воздухе содержатся органические примеси, необходимо использовать фильтры более тонкой очистки. Вода, поступающая в блок из водопроводной сети, также должна быть дополнительно отфильтрована.

В кондиционерах до КЦКП-25 сотовый увлажнитель устанавливается на направляющих и выдвигается из секции для осмотра и обслуживания, до КЦКП-50 монтаж сотового увлажнителя производится при сборке секции, а обслуживание через сам блок и промежуточную камеру перед ним, в кондиционерах больших размеров (от КЦКП-63) сотовые увлажнители поставляются в разобранном виде и собираются на месте монтажа кондиционера (также при наличии промежуточной камеры).

Общий вид и конструктивные характеристики камер сотовых увлажнителей приведены в [7].

5.2.7. Блоки вентиляторные. Используются вентиляторы двустороннего всасывания нескольких серий, каждая из которых, в свою очередь, имеет две модификации – с загнутыми вперед и назад лопатками колеса при одинаковых спиральных корпусах и одинаковых квадратных сечениях выходных отверстий.

При выборе типа вентилятора следует отдавать предпочтение вентиляторам с лопатками, загнутыми назад, имеющими более высокие значения коэффициента полезного действия. Вентиляторы с лопатками, загнутыми вперед, следует применять при необходимости создания больших давлений при том же числе оборотов по сравнению с лопатками, загнутыми назад, или того же давления при меньшем числе оборотов электродвигателя. Они имеют более низкий коэффициент полезного действия и более высокий уровень шума, но меньшие габариты и вес.

Общий вид и конструктивные характеристики вентиляторных блоков приведены в [7].

5.2.8. Блоки шумоглушения. Используются для глушения аэродинамического и механического шумов от работающего оборудования кондиционера, содержат продольные элементы шумоглушителей.

Значения снижения уровней звуковой мощности блоками шумоглушения приведены в табл. 4.

Таблица 4

Снижение уровней звуковой мощности блоками шумоглушения

Типоразмер	Длина пластин, м	Снижение уровня звуковой мощности, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
КЦКП-3.15	1	1	3	7	20	25	18	16	11
	1,5	1	4	9	27	34	24	21	13
	2	1,5	5	12	35	42	30	25	14
КЦКП-5 КЦКП-100	1	1,5	3	12	18	15	12	9	8
	1,5	2	5	18	25	20	15	12	11
	2	3	7	22	32	25	18	14	13

Шумоглушители применяются как на входе воздуха в кондиционер, так и на выходе из него. В последнем случае перед шумоглушителем располагается промежуточная секция для распределения потока воздуха из выхлопного патрубка вентилятора, а также для размещения обтекателей шумопоглощающих пластин.

Выходную секцию (после шумоглушителя) предусматривать при необходимости.

Общий вид и конструктивные характеристики блоков шумоглушения приведены в [7].

5.2.9. Камеры промежуточные. Используются при необходимости переформирования воздушного потока, изменения его направления, а в ряде случаев и для обслуживания соседнего оборудования в секциях кондиционеров.

Общий вид и конструктивные характеристики промежуточных камер приведены в [7].

5.2.10. Опорные рамы. Предназначены для установки блоков кондиционеров. Ширина рамы определяется шириной блоков, длина – конкретным их набором. Кондиционеры КЦКП от 1,6 до 8,2 при длине более 2 м могут собираться из отдельных моноблоков (групп блоков), объединенных на рамах соответствующей длины. В особых случаях кондиционеры могут поставляться в виде отдельных секций на единой или отдельных рамах.

5.2.11. Корпуса блоков. Корпуса функциональных блоков-секций выполняются в виде каркасной конструкции из ригелей и стоек специального профиля, соединенных между собой угловыми элементами. В качестве наружного ограждения служат несъемные, съемные или открывающиеся на петлях со стороны обслуживания теплоизоляционные панели соответствующей толщины.

Возможно изготовление кондиционеров с теплозвукоизоляционными панелями большей (против указанной) толщины (с целью повышения теплозвукоизоляции, размещения вне здания и т. п.).

Панели выполнены в виде «сэндвичей» из металлических оцинкованных листов с отбортовками, образующими короб, который внутри заполнен трудновозгораемой (до 1000 °С) минеральной (базальтовой) ватой с малой гидрофобностью (не более 1,5 % от объема), низким коэффициентом теплопроводности (0,2÷0,03 Вт/(м·град)), высокими звукоизоляционными качествами (снижение шума до 30 дБА), безусадочными свойствами.

Предусмотрены варианты исполнения корпуса по применяемым материалам: из нормально-оцинкованной листовой стали, нержавеющей стали, алюминиевых сплавов. Для ряда отраслей (микробиология и т. п.) возможно применение специальной оцинкованной стали.

Между собой блоки кондиционера соединяются болтами, что обеспечивает изделию достаточную жесткость, а установка панелей и соединение блоков между собой через уплотняющие прокладки позволяет добиться надлежащей степени герметичности внутреннего объема. Размещение секций на раме также улучшает их прочностные, транспортные и монтажные характеристики.

6. АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ КЦКП.

Общее аэродинамическое сопротивление ΔP проточной части кондиционера определяется суммированием сопротивлений ΔP_i функциональных блоков, Па:

$$\Delta P = \sum \Delta P_i . \quad (20)$$

Давление вентилятора (вентиляторного блока) P_v равно сумме аэродинамического сопротивления ΔP кондиционера и свободного давления, необходимого для преодоления сопротивления воздухопроводов и воздухораспределительных устройств, в которые встраивается кондиционер:

$$P_v = \Delta P + P_c . \quad (21)$$

Значения аэродинамического сопротивления функциональных блоков КЦКП принимаются по прил. 6.

7. АВТОМАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ КЦКП

Кондиционеры комплектуются приборами автоматики и управления, обеспечивающими его работу по заданным технологии и параметрам. Управление кондиционером осуществляется со щита автоматики и

управления, который, как правило, устанавливается в вентиляционной камере, либо ином доступном для обслуживания месте. Щит автоматики и управления может содержать элементы связи с противопожарными системами, а также дистанционное управление. Для каждого конкретного кондиционера необходима техническая характеристика метода управления.

При значительном количестве установок подготовки воздуха, вытяжных и других вентиляционных систем на одном объекте целесообразно и возможно объединение их централизованным управлением (при сохранении местных щитов) в специальном диспетчерском пункте с любой степенью компьютеризации процесса управления.

Приборы автоматики, применяемые для кондиционеров (приточных камер) стандартной комплектации, предусматривают следующие возможности:

- обеспечение воздухозабора. Осуществляется путем управления соответствующим клапаном с помощью электропривода (двухпозиционного, пропорционального, с пружинным возвратом, возможно также ручное управление);
- поддержание постоянной температуры приточного воздуха. Производится при помощи электронного микропроцессорного контроллера. Температура контролируется по датчику, установленному, как правило, в воздуховоде на выходе из приточной установки. Исполнительным механизмом является регулирующий клапан по теплоносителю;
- защиту водяного воздухонагревателя от замораживания. Производится по температуре воды и воздуха. Термостат защиты от замораживания по воде (в качестве которого используется термостат контроля температуры обратной воды) устанавливается на обратном трубопроводе, вблизи выхода из воздухонагревателя. При падении температуры ниже установленной ($\approx +25$ °C) поступает сигнал на отключение кондиционера. Термостат защиты от замораживания по воздуху устанавливается за водяным воздухонагревателем. При падении температуры воздуха за воздухонагревателем ниже установленной ($\approx +6$ °C) поступает сигнал на отключение кондиционера. При этом происходит следующее:
 - выключается электродвигатель вентилятора;
 - включается электродвигатель циркуляционного насоса;
 - открывается на 100 % регулирующий клапан по теплоносителю;
 - закрывается клапан наружного воздуха;
 - загорается индикаторная лампа «угроза замораживания».

После прогрева системы и размыкания контакта термостата закрывается клапан на теплоносителе и система переходит в режим ожидания;

- защиту электрокалорифера от перегрева. Она осуществляется с помощью термореле аварийного перегрева. Для обеспечения электропожарной

- безопасности предусмотрена защита от перегрузки, перегрева и блокировки при остановке электродвигателя вентилятора;
- регулирование воздухоохлаждения. Воздухоохладитель комплектуется трехходовым клапаном, управление которым осуществляется контроллером, встроенным в щит автоматики и управления кондиционером;
 - индикацию запыленности воздушного фильтра. При увеличении запыленности воздушного фильтра происходит изменение разности давления, вследствие чего срабатывает датчик реле давления фильтра, зажигается индикаторная лампа «засор фильтра» без остановки работы системы;
 - индикацию остановки или неисправности вентилятора. При остановке или неисправности вентилятора (обрыв ремня и т. д.) имеет место отсутствие разности давления, вследствие чего срабатывает датчик реле давления вентилятора, зажигается индикаторная лампа «нет потока» и отключается кондиционер;
 - защиту от коротких замыканий и перегрузок в электрических цепях. Защита реализована стандартным образом с помощью автоматических выключателей и тепловых реле магнитных пускателей.
- В прил. 8 приведена принципиальная схема управления КЦКП.

8. СОСТАВЛЕНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ КЦКП

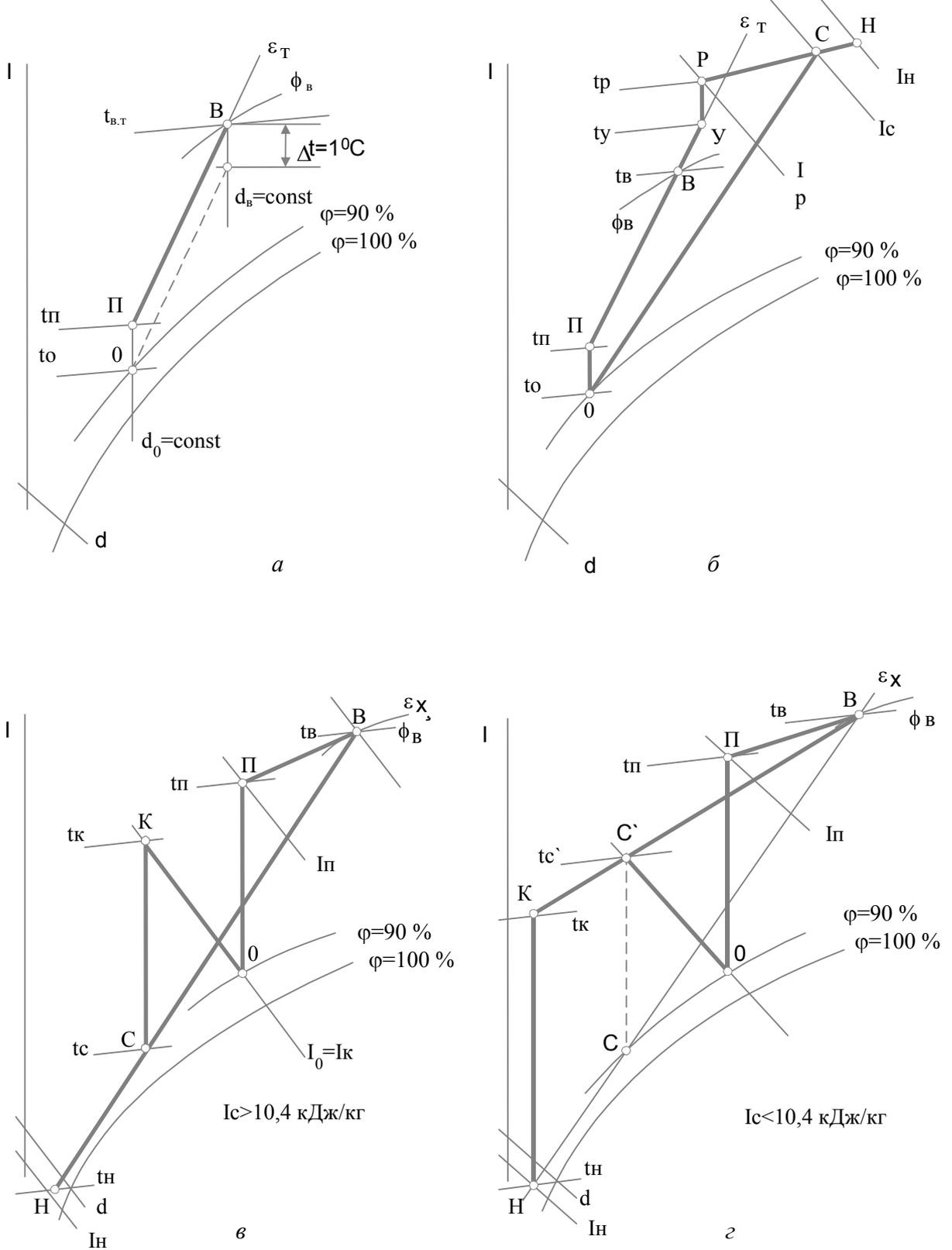
Спецификация основного оборудования составляется в соответствии с требованиями, приведенными в [7]. Наименование оборудования и данные о нем принимаются по [6].

Спецификация приводится в графической части курсовой работы или в пояснительной записке в форме приложения.

Библиографический список

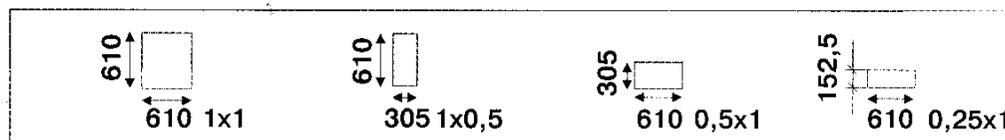
1. Справочник проектировщика. Вентиляция и кондиционирование воздуха. М.: Стройиздат, 1992. Ч. 3.
2. Баркалов Б.В. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях / Б.В. Баркалов, Е.Е. Карпис. М.: Стройиздат, 1982.
3. Богословский В.Н. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение / В.Н. Богословский, О.Я. Кокорин, Л.В. Петров. М.: Стройиздат, 1985.
4. Ананьев В.А. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика.: Учебное пособие / В.А. Ананьев, Л.Н. Балужева, А.Д. Гальперин. М.: Евроклимат, 2000.
5. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование, М.: ГУП ЦПП, 2004
6. СНиП 23-01-99* Строительная климатология, М.: ГУП ЦПП, 2005.
7. Кондиционер центральный каркасно-панельный (КЦКП): Материалы ООО Веза. Вып.1.Ред. 13, М.: Веза, 2011.
8. Хрусталева Б.М., Кувшинов Ю.Я., Копко В.М. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование. М.: Изд. АСВ, 2005.
9. Белова Е.М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях. М.: Евроклимат, 2003. - 639 с.

Схемы процессов обработки воздуха в СКВ

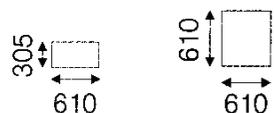


Компоновка воздухоприточной части блоков КЦКП

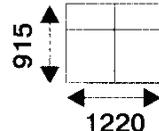
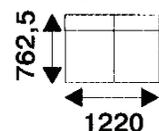
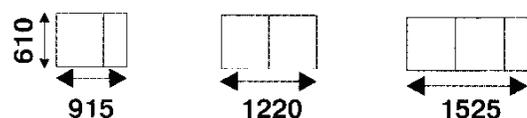
Исходные модули:



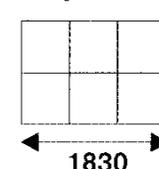
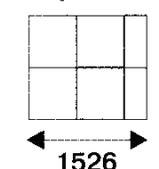
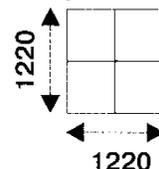
КЦКП-1.6 КЦКП-3.15



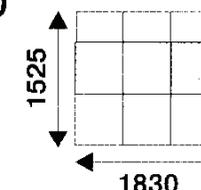
КЦКП-5 КЦКП-6.3 КЦКП-8-1 КЦКП-8-2 КЦКП-10



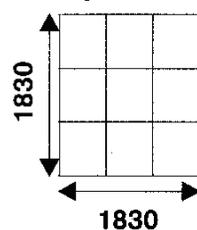
КЦКП-12.5 КЦКП-16 КЦКП-20



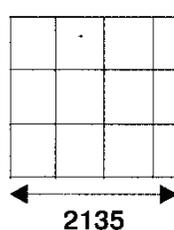
КЦКП-25



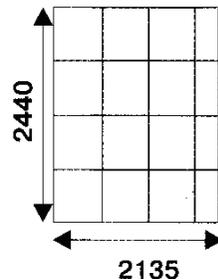
КЦКП-31.5



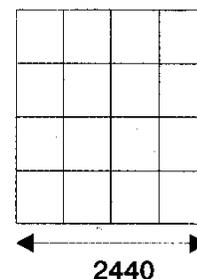
КЦКП-40



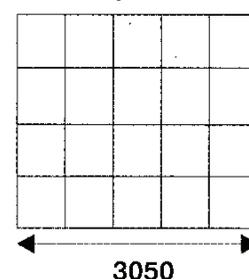
КЦКП-50



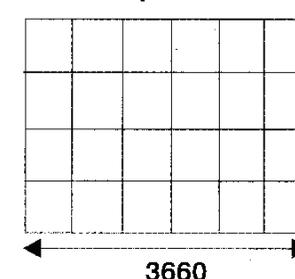
КЦКП-63



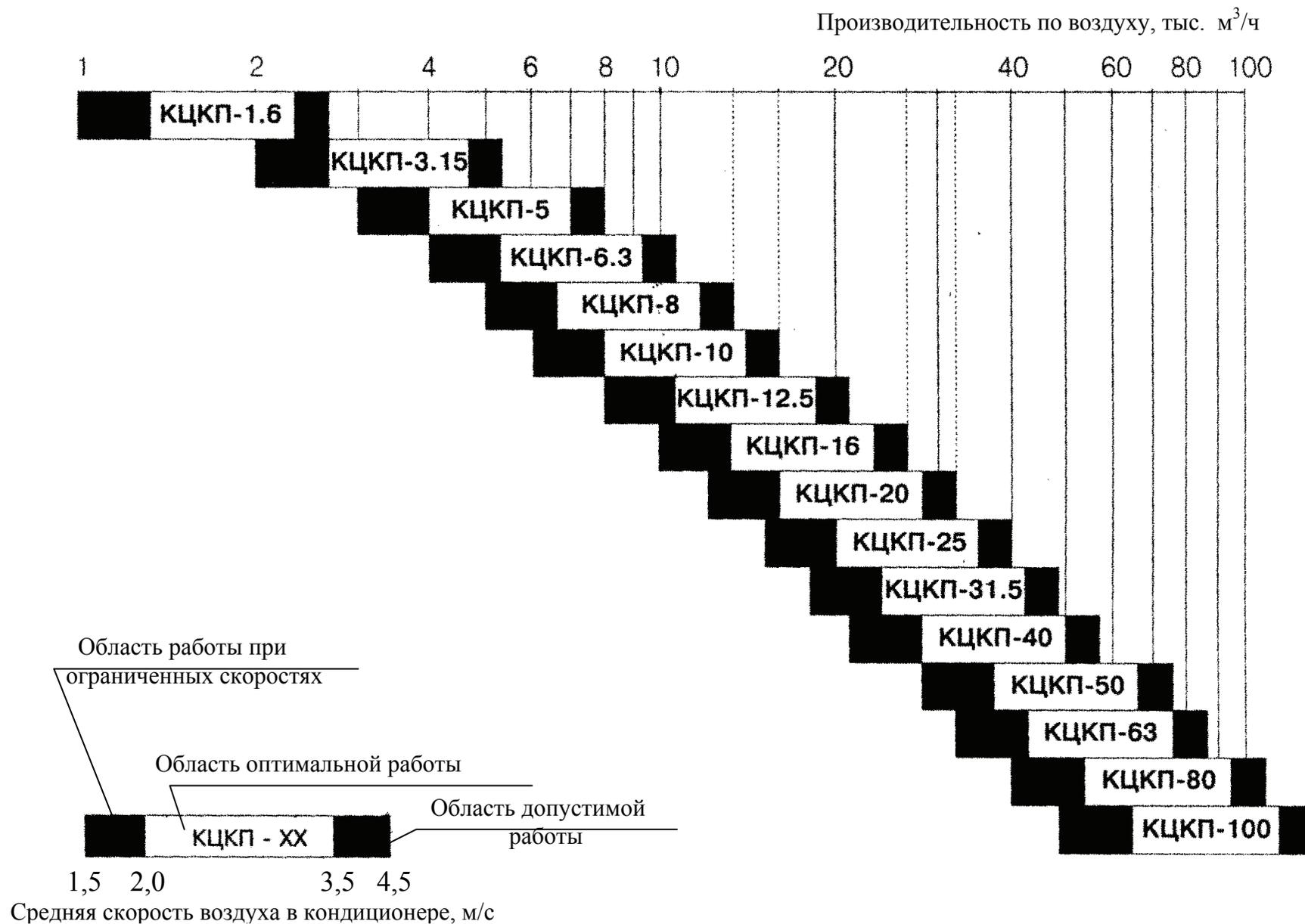
КЦКП-80



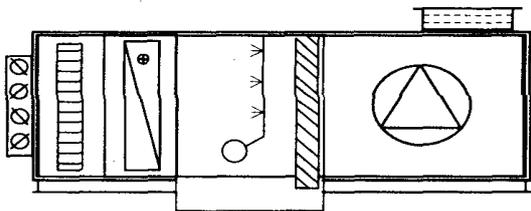
КЦКП-100



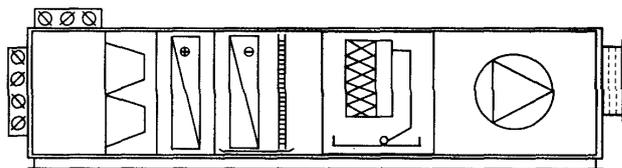
Рабочие диапазоны расходов воздуха для различных типоразмеров КЦКП



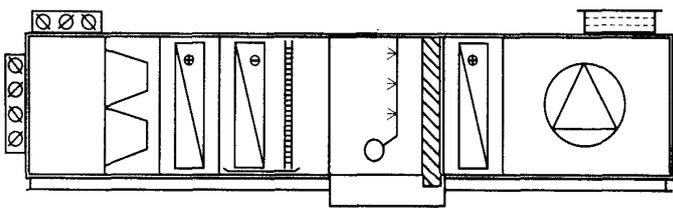
Характерные схемы компоновки кондиционеров КЦКП



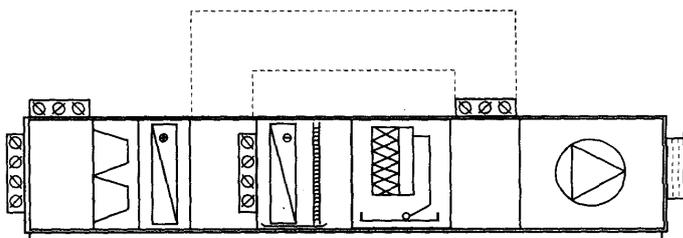
прямоточный кондиционер с оросительной форсуночной камерой.



кондиционер с рециркуляцией, воздухоохладителем и сотовым увлажнительным блоком.



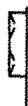
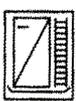
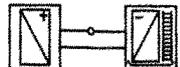
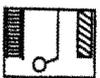
кондиционер со вторым подогревом.



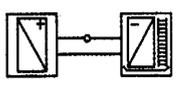
кондиционер с внешним обводным каналом.

Примечание: для компоновок 1÷4 скорость воздуха в кондиционере до 3 м/с, для компоновок с использованием охладителя скорость воздуха в кондиционере до 4,5 м/с.

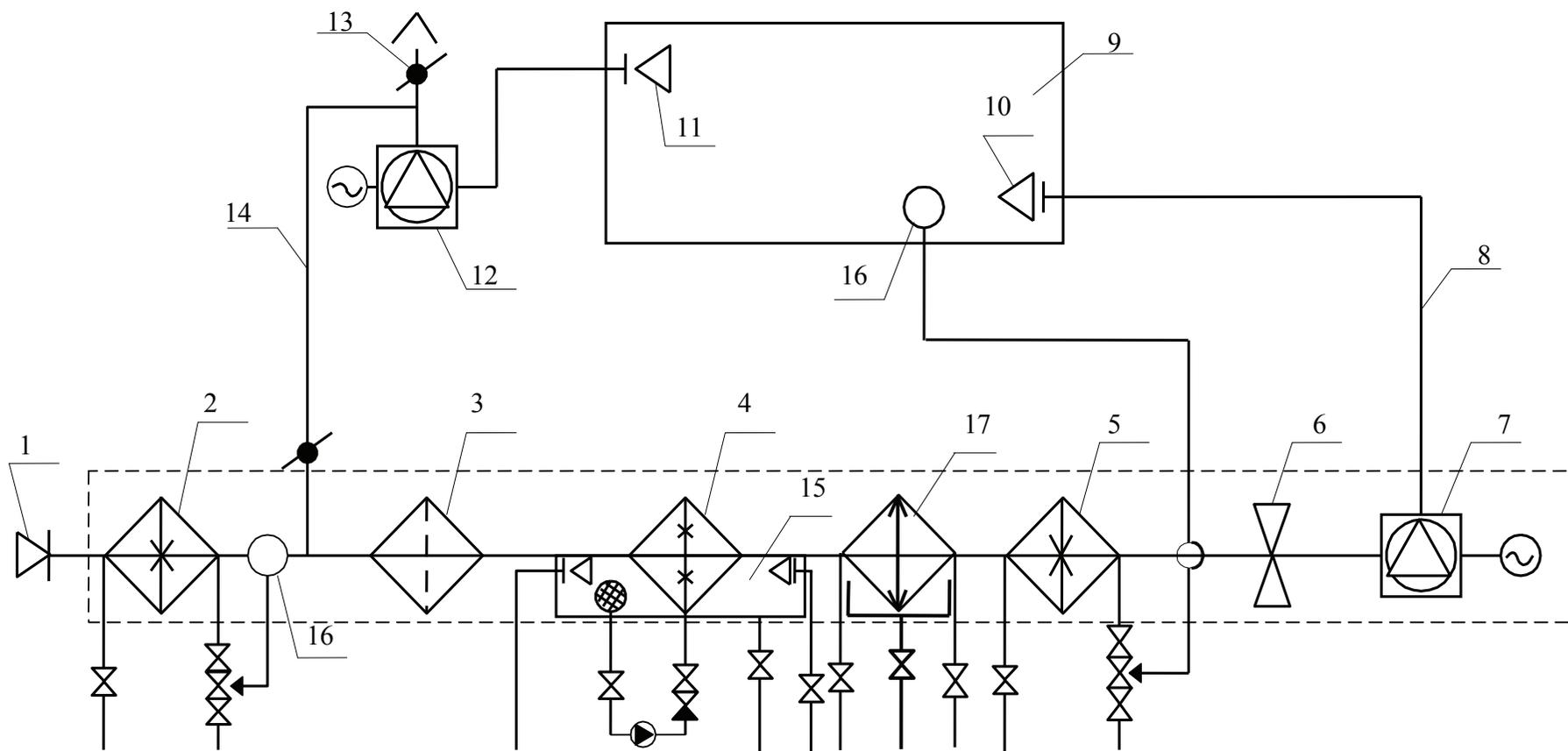
Оборудование и технологические функции блок-секций

Наименование		Назначение	Примечание
Передняя панель с одним вертикальным клапаном		Для приема и регулирования объема наружного воздуха	
Блоки приемно-смесительные	С 1 вертикальным клапаном		
	С 1 горизонтальным клапаном		Прием, регулирование объема и распределение по живому сечению кондиционера наружного и рециркуляционного воздуха
	С 2 клапанами		
	С 3 клапанами		
Блоки фильтров	Грубой очистки ячейковый и карманный до G4		Очистка воздуха
	Грубой и тонкой очистки карманный до F9		
Блок воздухонагревателя		Нагрев воздуха	Теплоноситель: горячая вода.
Блок воздухоохладителя (с сепаратором и поддоном)		Охлаждение и осушение воздуха, сепарация и удаление влаги	Хладоноситель: холодная вода, хладоагенты
Блок воздухоохладителя с непосредственным испарением фреона		Совместная работа с холодильной машиной	Хладоноситель: фреон
Блоки теплоутилизации	На теплообменниках		
Пластинчатый, рекуперативный		Утилизация тепла	
Вращающийся, регенеративный			
Блоки увлажнения	Форсуночного орошения		Тепловлажностная обработка воздуха
	Сотового увлажнения		
	Парового увлажнения		
Блок шумоглушения			

Аэродинамическое сопротивление функциональных блоков

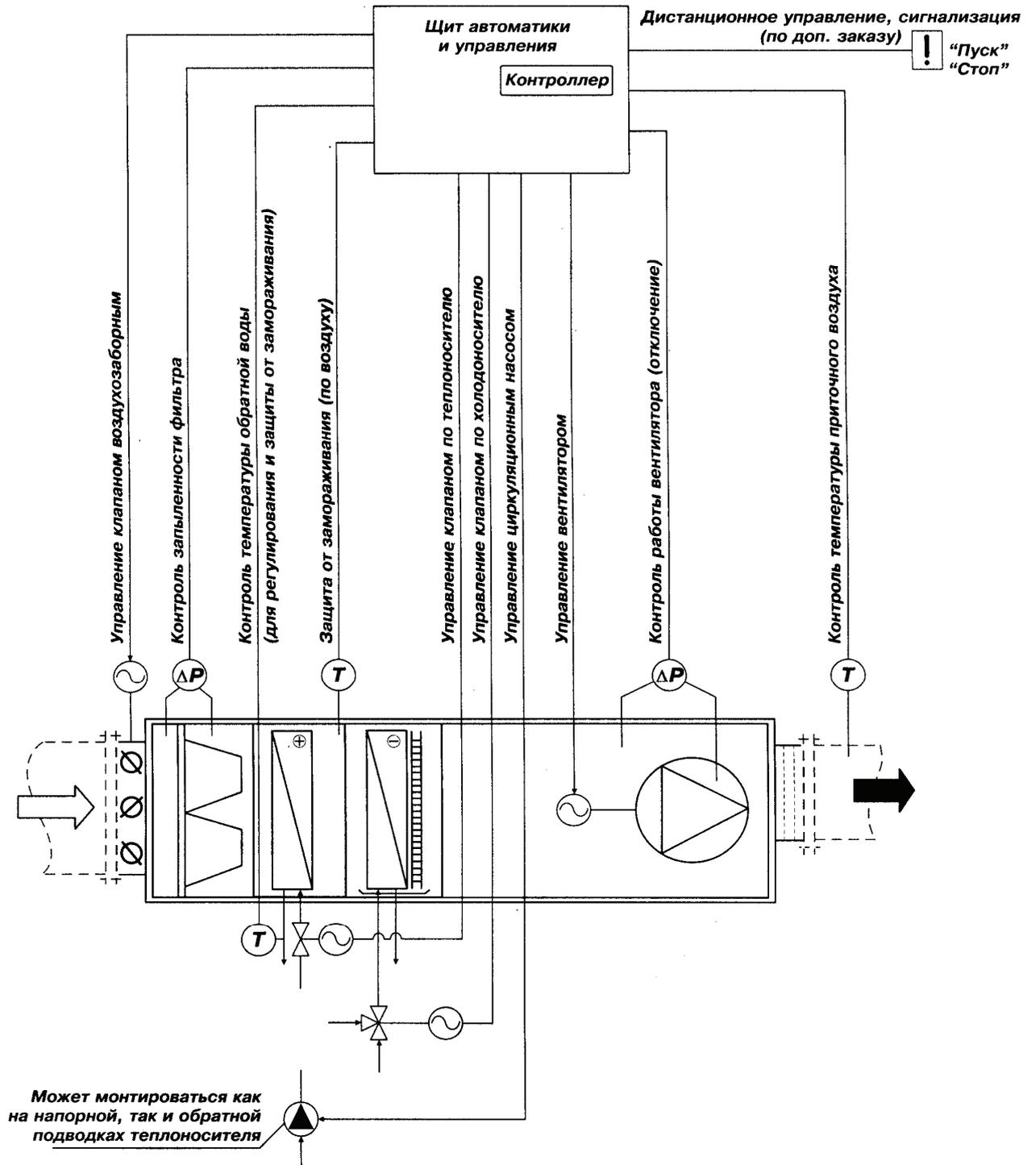
		Скорость, м/с					Примечание	
		2	2,5	3,0	3,5	4,0		
Блоки приемно-смесительные	Передняя панель с одним вертикальным клапаном		6	10	14	19	25	Сопротивление блоков, Па
	С 1 клапаном		10	15	20	27	35	
	С 1 клапаном		10	15	20	27	35	
	С 2 клапанами		12	20	28	36	50	
	С 3 клапанами		20	30	50	61	80	
Блоки фильтров	Грубой очистки ячейковый G3		35	55	80	110	140	Исходное сопротивление
	Грубой и тонкой очистки карманный G3-F9		45	70	100	135	176	
Блок воздухоподогревателя	Блок		12	19	25	32	41	1,8
			10	17	23	29	35	2,0
			8	13	19	24	29	2,5
			7	12	16	21	26	3,0
			7	12	16	21	25	3,5
Блок воздухоохлаждителя с сепаратором и поддоном	Блок		12	19	26,5	33,5	40	
			8,5	13,5	19	24	29	
Блоки теплоутилизации	На теплообменниках		85	130	190	260	340	Первый и второй контуры
			140	220	320	435	570	
	Пластинчатый		85	125	200	260	340	
			75	110	155	230	300	
	Вращающийся							
Форсуночного орошения		55	85	120	165	215		
Блоки увлажнения	Сотового увлажнения		70	105	155	215	280	
	Парового увлажнения		1	1,25	1,5	1,75	2	
Блок шумоглушения	Блок		20	25	40	60	80	L=1000
			35	50	75	110	140	L=2000
Блок-камера промежуточная		2	2,5	3	3,5	4	При повороте потока воздуха	

Функциональная схема центральной СКВ



Обозначения: 1 – воздухозаборное устройство; 2 – воздухонагреватель 1-го подогрева; 3 – воздушный фильтр; 4 – форсуночная камера орошения; 5 – воздухонагреватель 2-го подогрева; 6 – направляющий аппарат; 7 – вентагрегат; 8 – воздуховод приточного воздуха; 9 – кондиционируемое помещение; 10 – система воздухораспределения; 11 – система воздухоудаления; 12 – рециркуляционный вентилятор; 13 – воздуховод удаляемого воздуха; 14 – воздуховод рециркуляционного воздуха; 15 – поддон форсуночной камеры орошения; 16 – датчик температуры; 17 – поверхностный воздухоохладитель с поддоном для конденсата

Принципиальная схема управления КЦКП



План выпуска учеб.-метод. документ. 2014 г., поз. 58

Публикуется в авторской редакции

Подписано в свет 27.05.2014.

Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 1,2. Объем данных 257 Кбайт

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1
<http://www.vgasu.ru>, info@vgasu.ru