

А. В. АНТИПОВ, И. А. ДУБРОВИН

# ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КОНДИЦИОНЕРОВ

*Рекомендовано  
Федеральным государственным учреждением  
«Федеральный институт развития образования»  
в качестве учебного пособия для использования  
в учебном процессе образовательных учреждений,  
реализующих программы среднего  
профессионального образования  
и профессиональной подготовки*



Москва  
Издательский центр «Академия»  
2009

УДК 681.62.067.83(075.9)  
ББК 38.762.3я721  
А721

*Серия «Непрерывное профессиональное образование»*

Рецензент —  
генеральный директор ООО «ТК Базис групп» *А.А.Кириллов*

**Антипов А. В.**

А721 Диагностика и ремонт центральных кондиционеров : учеб. пособие /  
А. В. Антипов, И. А. Дубровин. — М. : Издательский центр «Академия»,  
2009. — 64 с.

ISBN 978-5-7695-4727-0

В учебном пособии предлагается применение компетентностного подхода к подготовке специалистов по ремонту и обслуживанию систем вентиляции и кондиционирования.

Рассмотрены назначение систем вентиляции и кондиционирования воздуха, порядок составления схем обработки воздуха помещения и здания различного назначения, определение тепловых нагрузок на кондиционер, оборудование для обработки воздуха, а также автоматизация систем кондиционирования воздуха. Освещены вопросы экономики и управления работ по эксплуатации центральных кондиционеров.

Для подготовки, переподготовки, повышения квалификации специалистов по ремонту и обслуживанию систем вентиляции и кондиционирования. Может быть использовано в образовательных учреждениях среднего профессионального образования.

УДК 681.62.067.83(075.9)  
ББК 38.762.3я721

*Оригинал-макет данного издания является собственностью  
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом  
без согласия правообладателя запрещается*

© Антипов А. В., Дубровин И. А., 2009  
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2009  
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2009

ISBN 978-5-7695-4727-0

## К читателю

Монтаж и эксплуатация централизованных систем кондиционирования воздуха требуют от рабочих высокого уровня знаний, умений и навыков. Квалифицированные специалисты должны знать системы вентиляции и современного холодильного оборудования, уметь проводить теплотехнические расчеты, пользоваться сложными инструментами, диаграммами и электронными приборами. Предлагаемое учебное пособие поможет сформировать профессиональные компетенции монтажника и эксплуатационника по диагностике и ремонту центральных кондиционеров, которые, несомненно, помогут в успешной трудовой деятельности.

Благодаря учебному пособию вы будете **знать**:

- приемы монтажа модульных центральных кондиционеров;
- правила расчета тепловлажностных процессов обработки воздуха;
- гидравлические расчеты трубопроводов тепло- и хладонотителя;
- приемы испытания, наладки и эксплуатации вентиляционного оборудования;
- назначение центральных кондиционеров, их устройство, правила монтажа и методы испытаний.

Благодаря учебному пособию вы будете **уметь**:

- монтировать центральные кондиционеры;
- проводить испытания и наладку систем вентиляции здания;
- производить расчет и монтаж гидравлических соединений теплообменников центральных кондиционеров;
- пользоваться контроллерами, обеспечивающими дистанционное управление систем вентиляции, увлажнения, осушения, нагрева и охлаждения воздуха.

## 1.1 Общие положения

Эффективность организации производства в значительной мере зависит от уровня мотивации труда. Мотивация как стремление работника получить конкретные блага на основе трудовой деятельности в значительной мере реализуется через стимулы оплаты труда персонала, работающего по найму и получающего за свой труд вознаграждение в заранее оговоренном размере. Основными элементами организации оплаты труда на предприятиях являются: нормирование труда, тарифная система, формы и системы заработной платы. Каждый элемент имеет определенное назначение.

**Нормирование труда** включает в себя установление научно обоснованных затрат труда и его результатов: норм времени, численности, управляемости обслуживания, выработки, нормированных заданий. Назначением нормирования является учет количества труда, индивидуального вклада каждого работника в общие результаты.

**Тарифная система** включает в себя тарифные сетки, тарифные ставки, тарифно-квалификационные справочники, должностные оклады, квалификационные требования к должностям, надбавки и доплаты к тарифным ставкам, районные коэффициенты к заработной плате.

**Тарифная сетка** — шкала разрядов, каждому из которых присвоен свой тарифный коэффициент, показывающий, во сколько раз тарифная ставка любого разряда больше первого. Тарифный коэффициент первого разряда всегда равен единице.

**Тарифная ставка** — выраженный в денежной форме размер оплаты труда в единицу рабочего времени. Тарифная ставка первого разряда не должна быть ниже установленного уровня минимальной заработной платы.

**Формы и системы заработной платы** составляют механизм установления размера заработка в зависимости от количества и качества труда, его сложности, интенсивности, условий работы.

Организация труда при эксплуатации холодильных установок и систем кондиционирования воздуха предполагает использование экономических преимуществ разделения и кооперации труда, установление рациональных методов и приемов труда, совершенствование организации и обслуживания рабочих мест, улучшение дисциплины, стимулирование и улучшение условий труда, организацию рационального режима рабочего времени, внедрение про-

грессивных нормативов по труду, рациональный подбор, подготовку, переподготовку и повышение квалификации работников. Разделение труда предусматривает распределение работ и трудовых функций между работниками отдельного предприятия по цехам, участкам, бригадам, звеньям, отдельным работникам-исполнителям, а также по профессионально-квалификационным группам. Разделение труда одновременно вызывает необходимость объединения труда отдельных работников и их групп во взаимосвязанных трудовых процессах. Установление взаимосвязей между разделенными специализированными исполнителями в процессе трудовой деятельности носит название кооперации труда и также является одним из важнейших элементов организации трудовой деятельности. Для этого необходимо объединить труд всех участников данного участка производства, который обеспечивает непрерывность и бесперебойность производственного и трудового процессов, наиболее полное использование потенциала работника и машины. Решается эта задача путем расстановки исполнителей пропорционально трудоемкости изготовления отдельных деталей и их сборки. Организационной формой реализации кооперации труда является бригада.

**Производственная бригада** — это первичный трудовой коллектив, объединяющий рабочих одной или нескольких профессий, выполняющих единое производственное задание. Основу профессионального и квалификационного формирования бригады составляет закрепленный за нею объем работ. Численность бригады определяется трудоемкостью общего объема работ и фондом рабочего времени одного работника.

Продолжительность технического обслуживания включает в себя работы по уходу за оборудованием в течение смены (регулировка, наладка). Норма обслуживания включает число единиц оборудования (рабочих мест), которое обслуживает один рабочий или группа рабочих. Для ее определения продолжительность смены делится на продолжительность выполнения работ по обслуживанию единицы оборудования в течение смены. Норма численности — число рабочих, требуемое для эксплуатации единицы оборудования.

Среднегодовая трудоемкость технического обслуживания системы вентиляции и кондиционирования воздуха (чел.-ч) определяется по формуле

$$T_{\text{ТО}} = 1,44t_{\text{тр}}k_{\text{см}}K_{\text{в}}, \quad (1.1)$$

где  $t_{\text{тр}}$  — сумма табличных значений трудоемкостей текущих ремонтов оборудования, входящего в систему, чел.-ч (принимается по табл. 1.1);  $k_{\text{см}}$  — коэффициент сменности работы оборудования, соответственно равный: при односменной работе — 1, при двухсменной работе — 2 и при трехсменной работе — 3;  $K_{\text{в}}$  — коэффициент, равный 1,75 для помещений категорий А и Б, для других помещений он равен 1.

Численность персонала для технического обслуживания систем

$$N_1 = 0,436 \cdot 10^{-3} T_{\text{ТО}} n_i, \quad (1.2)$$

где  $T_{\text{ТО}}$  находится по формуле (1.1);  $n_i$  — число одинаковых систем или оборудования;  $0,436 \cdot 10^{-3}$  — размерный коэффициент, ч.

Численность инженерно-технического персонала принимается в количестве 10... 15 % общего числа рабочих.

## 1.2

### Нормы трудозатрат на разные виды ремонтов систем кондиционирования

Для расчета затрат на эксплуатацию систем кондиционирования в табл. 1.1 приведены нормы трудозатрат на отдельные элементы кондиционеров при проведении ремонтных работ.

**Таблица 1.1.** Нормы трудозатрат на текущий и капитальный ремонты оборудования

Наименование оборудования	Трудоёмкость ремонта, чел.-ч	
	текущего	капитального
<i>Секции центральных кондиционеров</i>		
Вентиляторные агрегаты:		
№ 3, 6	10	36
№ 8	20	96
№ 12	24	110
№ 16, 20	33	125
Воздухонагреватели при расходе воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч:	Теплоотдающая поверхность, м <sup>2</sup> :	
10... 250: однорядные	15... 360	2... 9
двухрядные	30... 630	2,5... 10
Камеры орошения при расходе воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч:	10... 35	58... 110
Блоки теплообменника при расходе воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч:	15... 55	65... 140
Камеры воздушные и камеры обслуживания при расходе воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч:	10... 250	0,5... 4
Блоки приемные прямоточные при расходе воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч:	10... 250	6,5... 28
Блоки приемные смесительные при расходе воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч:	10... 250	7,5... 30
Клапаны воздушные при расходе воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч:	10... 250	6... 25
Направляющие аппараты для вентиляторных агрегатов: № 3, 6... 20	5... 8	36... 52
Блоки присоединительные при расходе воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч:	10... 250	0,4... 1,2
		1... 3,6

Наименование оборудования	Трудоемкость ремонта, чел.-ч	
	текущего	капитального
Фильтры воздушные типа ФС при расходе воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч: 10 ... 250	9 ... 35	65 ... 160
Фильтры воздушные типа ФР при расходе воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч: 10 ... 250	6 ... 15	60 ... 120
Эжекционные доводчики	5	18
Центральные кондиционеры (с системой автоматики и электрооборудованием) при расходе воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч: 6,3 ... 10	130 ... 220	260 ... 340
<b>Оборудование вентиляционных систем</b>		
Вентиляторы радиальные, исполнение 1: № 3,2 ... 8 исполнение 6: № 8 ... 20	10 ... 18 14 ... 30	36 ... 56 68 ... 120
Вентиляторы осевые: № 4 ... 12	5 ... 12	18 ... 44
Воздухонагреватели и воздухоохладители с поверхностью нагрева, м <sup>2</sup> : 20 ... 70	2 ... 9,5	20 ... 75
Фильтры кассетные 500×500 мм	1	11
Электрический фильтр	16	80
Вентиляционные решетки сечением: 200×200 мм 500×500 мм	0,1 0,2	1 1,4
Дроссель-клапан для диаметра воздуховода 200 ... 400, мм	0,2 ... 0,4	1,2 ... 1,7
<b>Контрольно-измерительные приборы и автоматика</b>		
Приборы для измерения температуры	0,2	4,8 ... 5,8
Приборы для измерения давления вакуума, перепада давления	0,2 ... 3	1,2 ... 7
Регуляторы электрические и электронные	1 ... 15,9	3,1 ... 50
Исполнительные механизмы	1 ... 18,2	5 ... 60
Регуляторы	2,2 ... 3	6 ... 8
Реле	0,3 ... 4	1,8 ... 4,5
<b>Электрооборудование</b>		
Электродвигатели переменного тока асинхронные мощностью от 0,6 ... свыше 30 кВт	4 ... 13	13 ... 40
Магнитные пускатели от 10 ... свыше 30 кВт	4 ... 7	14 ... 34
Холодильные установки, компрессоры		
Компрессоры холодопроизводительностью от 7 кВт (6 тыс. ккал/ч) до 465 кВт (400 тыс. ккал/ч)	50 ... 120	100 ... 250
Конденсаторы	15 ... 40	60 ... 204
Испарители	5 ... 50	50 ... 150
Ресиверы	7 ... 12	36 ... 60

# 2

## Центральные системы кондиционирования воздуха

### 2.1

#### Сведения о назначении систем вентиляции и кондиционирования

В системах кондиционирования воздуха (СКВ) предусматривается большой комплекс процессов обработки воздуха, с помощью которых могут быть удовлетворены самые высокие и разнообразные требования к параметрам воздушной среды закрытых помещений. При этом состояние воздушной среды перестает быть зависимым от параметров наружного (атмосферного) воздуха. Для создания заданных параметров воздуха в помещениях широко используется как подача наружного воздуха, специальным образом приготовленного, так и обработка воздуха, находящегося в помещениях.

Центральные СКВ снабжаются извне холодом, теплом и электрической энергией. Они расположены вне обслуживаемых помещений. Иногда несколько центральных кондиционеров обслуживают одно помещение больших размеров.

Системы вентиляции и кондиционирования предназначены для создания допустимых или оптимальных условий согласно строительным нормам и правилам (СНиП) микроклимата в помещениях, предназначенных для пребывания работающих или отдыхающих людей.

Системы вентиляции для общественных и гражданских зданий классифицируются по функциональному назначению:

- приточные системы, подающие наружный очищенный и подогретый (в холодный период года) воздух в рабочую зону помещений, в зону жизнедеятельности людей;
- вытяжные системы, удаляющие отработанный увлажненный воздух из места его скопления, обычно из верхней зоны помещений;
- рециркуляционные системы, использующие воздух помещения для его охлаждения (в теплый период года) или нагрева (в переходных условиях и в холодный период).

Состояние влажного воздуха определяется следующими параметрами: температурой воздуха  $t_v$ , °С, относительной влажностью  $\varphi_v$ , %; скоростью движения воздуха  $v_v$ , м/с; концентрацией вредных примесей  $C$ , мг/м<sup>3</sup>; влагосодержанием  $d$ , г/кг; теплосодержанием  $i$ , кДж/кг.

Относительная влажность  $\varphi$  в долях или процентах показывает степень насыщенности воздуха водяными парами по отношению к состоянию полного насыщения и равна отношению давления  $P_{п}$  водяного пара в ненасыщен-



ном влажном воздухе к парциальному давлению  $P_{п.н}$  водяного пара в насыщенном влажном воздухе при одной и той же температуре.

**Влагосодержание** — это масса водяных паров в граммах, содержащаяся в 1 кг сухой части влажного воздуха.

**Теплосодержание**, или энтальпия, влажного воздуха  $i$ , кДж/кг, состоит из суммы энтальпий сухой части воздуха и водяного пара.

При расчете вентиляции рассматривают три расчетных периода года: теплый, переходный и холодный. Теплый период характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  и выше. Переходный период — условный период, параметры которого принимаются одинаковыми для всей территории страны: температура воздуха —  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , теплосодержание —  $22,5$  кДж/кг. Значения температуры воздуха, энтальпии, расчетной скорости ветра, барометрического давления принимаются по расчетным данным, значения остальных параметров определяются по  $I-d$ -диаграмме. Следует применять параметры обозначаемые буквами:

**А** — для расчета систем вентиляции и кондиционирования воздуха третьего класса в теплый период года;

**Б** — для систем отопления, вентиляции, кондиционирования в холодный период года и для систем кондиционирования первого класса в теплый период года; для систем кондиционирования второго класса в теплый период года следует принимать температуру наружного воздуха на  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  и удельную энтальпию на  $2$  кДж/кг ниже установленных для параметров Б.

В соответствии с санитарными нормами следует различать оптимальные и допустимые параметры воздуха. **Допустимые параметры воздуха** — сочетание показаний микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызывать быстро нормализующиеся изменения теплового состояния организма. При этом не возникает повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут наблюдаться дискомфортные теплоощущения, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности.

**Оптимальные параметры воздуха** — сочетание показателей микроклимата, которые при длительном воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального теплового состояния организма без напряжения механизмов терморегуляции. Как правило, поддержание допустимых параметров обеспечивается системами вентиляции, оптимальных — системами кондиционирования воздуха (табл. 2.1).

$I-d$ -диаграмма служит для определения параметров влажного воздуха. При построении  $I-d$ -диаграммы учитывается барометрическое давление  $P_{бар}$ , разное для различных районов строительства.  $I-d$ -диаграмма связывает всего пять параметров влажного воздуха: теплоту и влагосодержание, температуру, относительную влажность и парциальное давление водяных паров. Зная два из них, по положению точки можно определить все остальные. Основными процессами на  $I-d$ -диаграмме рис. 2.1 являются следующие.

**Нагрев воздуха по  $d = \text{const}$**  (без увеличения влагосодержания), линия  $1-2$  на рис. 2.1. В процессе нагрева увеличиваются температура и теплосодержание. Уменьшается относительная влажность воздуха.