

Оглавление

1. Общие положения	5
2. Особенности вентиляции гражданских зданий	5
3. Расчет воздухообмена в помещении.....	12
4. Тепловлажностная обработка воздуха в аппаратах систем кондиционирования	26
5. Аэродинамические основы организации воздухообмена в помещении	30
6. Очистка и нагрев вентиляционного воздуха. Защита от шума вентиляционных установок.....	32
7. Основы аэродинамики вентиляционных систем.....	40
8. Основы кондиционирования воздуха	43
Библиографический список	46
Приложение	47

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Курсовая работа «Вентиляция и кондиционирование» направлена на формирование практических навыков и закрепление теоретических знаний, полученных в ходе изучения лекционного материала и выполнения практических занятий по дисциплине «Вентиляция и кондиционирование».

Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

- оглавление;
- описание объекта проектирования с указанием функциональных и конструктивных особенностей здания и требований к системам вентиляции и кондиционирования воздуха;
- расчет тепло-, влагопоступлений и поступлений углекислого газа в помещения здания;
- расчет воздухообменов в помещениях здания;
- расчет воздухораспределителя;
- аэродинамический расчет каналов;
- акустический расчет;
- подбор оборудования.

Общий объем пояснительной записки 15...25 стр.

Перечень графических материалов:

- планы этажей М 1:100 с нанесением на них элементов систем вентиляции и кондиционирования воздуха (воздуховоды, воздухораспределители, вентиляционная камера с вентиляционным оборудованием М 1:20 или М 1:50) с указанием номеров систем вентиляции и кондиционирования воздуха, типоразмеров воздухораспределительных устройств, диаметров воздуховодов с привязкой к стенам или осям (2...4 листа формата А1);
- аксонометрические схемы приточных и вытяжных систем вентиляции и кондиционирования воздуха М 1:100 с указанием типоразмеров воздухораспределительных устройств, расходов воздуха каждым воздухораспределительным и каждым воздухозаборным устройствами, размеров воздуховодов, отметок воздуховодов (1...2 листа формата А1);
- компоновка центральной установки для обработки воздуха с указанием размеров и назначения секций (в пояснительной записке);
- условные обозначения, примечания к графической части работы.

Общий объем графической части 5...6 листов.

Примечание. Графическую часть подготавливают с использованием чертежей, выполненных в ходе разработки курсовой работы по дисциплине «Отопление» для того же здания.

2. ОСОБЕННОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Строительство — важнейшая сфера народного хозяйства, а проектирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха — важная часть проекта для строительства зданий различного назначения. Работа систем вентиляции и кондиционирования воздуха создает заданные параметры микроклимата и качества воздушной среды в помещениях, что необходимо для повышения производительности труда, выпуска высококачественной продукции, улучшения условий работы и отдыха персонала.

Атмосферный воздух состоит из идеальных газов, которые входят в состав сухого воздуха, и водяного пара. Такой воздух называют *влажным*. Смесь сухого воздуха с перегретым водяным паром называют *влажным* воздухом, а смесь сухого воздуха с насыщенным водяным паром — *насыщенным влажным* воздухом. Во влажном воздухе находится незначительное количество водяного пара, поэтому он является идеальным газом и для него верны все законы термодинамики.

Масса влажного воздуха M , кг, состоит из массы сухого воздуха M_v и массы водяного пара M_p . Объем, занимаемый влажным воздухом V , m^3 , занят сухим воздухом и водяным паром. В практике проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха применяют массовый G , кг/с или кг/ч, и объемный L , m^3/s или $m^3/ч$, расходы воздуха, соотношение между которыми следующее:

$$G = L \cdot \rho,$$

где ρ — плотность влажного воздуха, $кг/м^3$.

Известны следующие параметры влажного воздуха.

Температура воздуха измеряется в Кельвинах (К) и градусах Цельсия (°С). Градус Цельсия равен градусу Кельвина, их величины определяют по формуле

$$t = T - 273,15 \text{ К},$$

где t — температура, °С; T — температура, К.

Давление влажного воздуха P и входящих в него газов и водяного пара измеряют в Па (кПа, ГПа, МПа).

Барометрическое давление влажного воздуха P_6 состоит из суммы давлений сухого воздуха $P_в$ и водяного пара $P_п$:

$$P_6 = P_в + P_п.$$

Давление сухого воздуха или водяного пара, Па, можно определить по уравнению Клапейрона:

$$P_{в(п)} = M_{в(п)} \cdot RT / (V \cdot \mu_{в(п)}),$$

где R — универсальная газовая постоянная, $R = 8314 \text{ Дж}/(\text{кмоль} \cdot \text{К})$; $\mu_{в(п)}$ — молярная масса сухого воздуха (в) или водяного пара (п), соответственно равная 29 или 18 кг/кмоль.

Плотность влажного воздуха ρ , кг/м³, равна отношению массы смеси газов и водяного пара к объему этой смеси:

$$\rho = M/V = M_в/V + M_п/V,$$

$$\rho = 3,488 P_6/T - 1,32 P_п/T$$

Удельный вес γ влажного воздуха равен отношению веса влажного воздуха к занимаемому им объему, Н/м³.

Плотность и удельный вес зависят друг от друга на основе формулы

$$\rho = \gamma/g,$$

где g — ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м}/\text{с}^2$.

Влажность воздуха (количество в воздухе водяных паров) определяется абсолютной и относительной влажностью.

Абсолютная влажность воздуха — количество водяного пара, кг или г, находящегося в 1 м³ воздуха.

Относительная влажность воздуха ϕ (%) — отношение парциального давления водяного пара $P_п$, содержащегося в воздухе, к парциальному давлению водяного пара в воздухе при полном его насыщении водяными парами $P_{п.н}$:

$$\phi = P_п \cdot 100 \% / P_{п.н}$$

Парциальное давление водяных паров в насыщенном влажном воздухе, Па, можно определить по формуле

$$\lg P_{п.н} = 2,125 + (156 + 8,12 t_{вн}) / (236 + t_{вн}),$$

где $t_{вн}$ — температура насыщенного влажного воздуха, °С.

Температура (точка) росы — температура, при которой парциальное давление водяного пара $P_п$, который присутствует во влажном воздухе, равно парциальному давлению насыщенного водяного пара $P_{п.н}$ при той же температуре. Парциальное давление насыщенного водяного пара зависит от температуры и принимается по справочным материалам. При температуре воздуха или поверхностей в помещении, равной или меньше температуры точки росы, начинается выпадение конденсата из воздуха.

Влагосодержание влажного воздуха d — количество водяного пара $M_{п}$, г, в 1 кг сухой части влажного воздуха $M_{в}$:

$$d = M_{п}/M_{в}.$$

Влагосодержание влажного воздуха, г/кг, можно определить по формулам:

$$d = 622 \cdot P_{п}/(P_{б} - P_{п}) = 6,22 \cdot \varphi \cdot P_{п.н}/(P_{б} - \varphi \cdot P_{п.н}/100)$$

Удельная теплоемкость влажного воздуха c , кДж/(кг · °С) — количество теплоты, необходимое для нагрева 1 кг смеси сухого воздуха и водяных паров на 1 °С и отнесенное к 1 кг сухой части воздуха:

$$c = c_{в} + c_{п} \cdot d/1000,$$

где $c_{в}$ — средняя удельная теплоемкость сухого воздуха, принимаемая в интервале температур 0...100 °С, $c_{в} = 1,005$ кДж/(кг · °С); $c_{п}$ — средняя удельная теплоемкость водяного пара, $c_{п} = 1,8$ кДж/(кг · °С)

В практике расчетов при проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха удельная теплоемкость влажного воздуха принимается равной $c = 1,0056$ кДж/(кг · °С) (при температуре 0 °С и барометрическом давлении 1013,3 ГПа).

Удельная энтальпия влажного воздуха — энтальпия I , кДж, отнесенная к 1 кг массы сухого воздуха:

$$I = 1,005t + (2500 + 1,8068t)d \cdot 10^{-3}$$

или

$$I = c \cdot t + 2500 \cdot d \cdot 10^{-3}.$$

Температурный коэффициент объемного расширения $\alpha = 0,00367$ °С⁻¹, или 1/273 °С⁻¹.

Если произвести смешивание двух количеств влажного воздуха с различными параметрами, то температуру, влагосодержание и удельную энтальпию смеси можно определить по следующим формулам:

$$t_{см} = (M_1 \cdot t_1 + M_2 \cdot t_2)/(M_1 + M_2),$$

где M_1 и M_2 — масса влажного воздуха, кг, соответственно при температуре t_1 и t_2 ;

$$d_{см} = (M_1 \cdot d_1 + M_2 \cdot d_2)/(M_1 + M_2),$$

где d_1 и d_2 — влагосодержание смешиваемых масс воздуха, г/кг;

$$I_{см} = (M_1 \cdot I_1 + M_2 \cdot I_2)/(M_1 + M_2),$$

где I_1 и I_2 — удельная энтальпия смешиваемых масс воздуха, кДж/кг [6].

Параметры микроклимата в помещениях

В рабочей зоне помещений параметры микроклимата принимают согласно требованиям ГОСТ 30494–96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» (табл. 1), в котором изложены следующие определения и значения параметров микроклимата в помещениях: «Обслуживаемая зона помещения (зона обитания) — пространство в помещении, ограниченное плоскостями, параллельными полу и стенам: на высоте 0,1 и 2,0 м над уровнем пола (но не ближе чем 1 м от потолка при потолочном отоплении), на расстоянии 0,5 м от внутренних поверхностей наружных и внутренних стен, окон и отопительных приборов (табл. 2).

Помещение с постоянным пребыванием людей — помещение, в котором люди находятся не менее 2 ч непрерывно или 6 ч суммарно в течение суток.

Таблица 1

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий и общежитий

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая не более	оптимальная не более	допустимая не более
Холодный	Жилая комната	20...22	18...24 (20...24)	19...20	17...23 (19...23)	45...30	60	0,15	0,2
	То же, в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31 °С и ниже	21...23	20...24 (22...24)	20...22	19...23 (21...23)	45...30	60	0,15	0,2
	Кухня	19...21	18...26	18...20	17...25	НН*	НН	0,15	0,2
	Туалет	19...21	18...26	18...20	17...25	НН	НН	0,15	0,2
	Ванная, совмещенный санузел	24...26	18...26	23...27	17...26	НН	НН	0,15	0,2
	Помещения для отдыха и учебных занятий	20...22	18...24	19...21	17...23	45...30	60	0,15	0,2
	Межквартирный коридор	18...20	16...22	17...19	15...21	45...30	60	0,15	0,2
	Вестибюль, лестничная клетка	16...18	14...20	15...17	13...19	НН	НН	0,2	0,3
Кладовые	16...18	12...22	15...17	11...21	НН	НН	НН	НН	
Теплый	Жилая комната	22...25	20...28	22...24	18...27	60...30	65	0,2	0,3

* НН — не нормируется.

Примечание. Значения в скобках относятся к домам для престарелых и инвалидов.

Таблица 2

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне общественных зданий

Период года	Наименование помещения или категория	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с		
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая не более	оптимальная не более	допустимая не более	
Холодный	1-я категория	20...22	18...24	19...20	17...23	45...30	60	0,2	0,3	
	2"	19...21	18...23	18...20	17...22	45...30	60	0,2	0,3	
	3а"	20...21	19...23	19...20	19...22	45...30	60	0,2	0,3	
	3б"	14...16	12...17	13...15	13...16	45...30	60	0,2	0,3	
	3в"	18...20	16...22	17...20	15...21	45...30	60	0,2	0,3	
	4"	17...19	15...21	16...18	14...20	45...30	60	0,2	0,3	
	5"	20...22	20...24	19...21	19...23	45...30	60	0,15	0,2	
	6"	16...18	14...20	15...17	13...19	НН*	НН	НН	НН	
	Ванные, душевые	24...26	18...28	23...25	17...27	НН	НН	0,15	0,2	
	<i>Детские дошкольные учреждения</i>									
	групповая раздевальная и туалет:									
		для ясельных и младших групп	21...23	20...24	20...22	19...23	45...30	60	0,1	0,15
		для средних и дошкольных групп	19...21	18...25	18...20	17...24	45...30	60	0,1	0,15
	спальня:									
		для ясельных и младших групп	20...22	19...23	19...21	18...22	45...30	60	0,1	0,15
	для средних и дошкольных групп	19...21	18...23	18...22	17...22	45...30	60	0,1	0,15	
Теплый	Помещения с постоянным пребыванием людей	23...25	18...28	22...24	19...27	60...30	65	0,3	0,5	

* НН — не нормируется.

Примечание. Для детских дошкольных учреждений, расположенных в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31 °С и ниже, допустимую расчетную температуру воздуха в помещении следует принимать на 1 °С выше указанной величины в таблице.

Микроклимат помещения — состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха.

Оптимальные параметры микроклимата — сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80 % людей, находящихся в помещении.

Допустимые параметры микроклимата — сочетания значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать общее и локальное ощущение дискомфорта, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности при усиленном напряжении механизмов терморегуляции и не вызывают повреждений или ухудшения состояния здоровья.

Холодный период года — период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной 8 °С и ниже.

Теплый период года — период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше 8 °С.

Радиационная температура помещения — осредненная по площади температура внутренних поверхностей ограждений помещения и отопительных приборов.

Помещения 1 категории — помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха.

Помещения 2 категории — помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебой.

Помещения 3а категории — помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя без уличной одежды.

Помещения 3б категории — помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя в уличной одежде.

Помещения 3в категории — помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды.

Помещения 4 категории — помещения для занятий подвижными видами спорта.

Помещения 5 категории — помещения, в которых люди находятся в полураздетом виде (раздевалки, процедурные кабинеты, кабинеты врачей и т.п.).

Помещения 6 категории — помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые)» [1].

Расчетные параметры наружного воздуха

Параметры наружного климата для теплого и холодного периодов года местности, в которой планируется строить здание, принимают по данным СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01–99*» [2]. Недостающие параметры рассчитываются по формулам или принимают по *I-d*-диаграмме влажного воздуха. Значение величины солнечной радиации принимаются по данным «Справочника проектировщика».

I-d-диаграмма для расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха помещений

Изменения параметров влажного воздуха в помещениях с источниками теплоты и влаги необходимо рассчитывать с применением *I-d*-диаграммы Рамзина.

На *I-d*-диаграмме дана графическая зависимость между основными параметрами влажного воздуха — температурой, относительной влажностью, энтальпией и влагосодержанием — при заданном барометрическом давлении воздуха P_6 . *I-d*-диаграмма построена на основе формул, которые связывают между собой эти величины. *I-d*-диаграмму часто строят в косоугольной системе координат, где угол между линией влагосодержания d и линией энтальпии I принят равным 135°, что позволяет сильнее развернуть область диаграммы тепловлажностного состояния воздуха для более удобного построения изменений тепловлажностных процессов во влажном воздухе помещения при расчетах воздухообмена для систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

На рис. 1. представлена *I-d*-диаграмма влажного воздуха при барометрическом давлении 99,3 кПа (745 мм рт. ст.) с углом между линией энтальпии и влагосодержания 90°, которой чаще пользуются

проектировщики. Внизу показана линия значений парциального давления водяного пара. Выше кривой относительной влажности воздуха 100 % находится область насыщения водяным паром воздуха, а ниже данной кривой — область пересыщенного состояния влажного воздуха (рис. 2). В пересыщенной области $I-d$ -диаграммы процессы, как правило, не строятся, а попадание туда процессов приводит к формированию туманов с разной активностью образования конденсата. Левая нижняя часть $I-d$ -диаграммы при температурах ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ построена на основе данных давления водяного пара над льдом, в этой части ниже кривой при температуре воздуха ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ образуется ледяной туман.

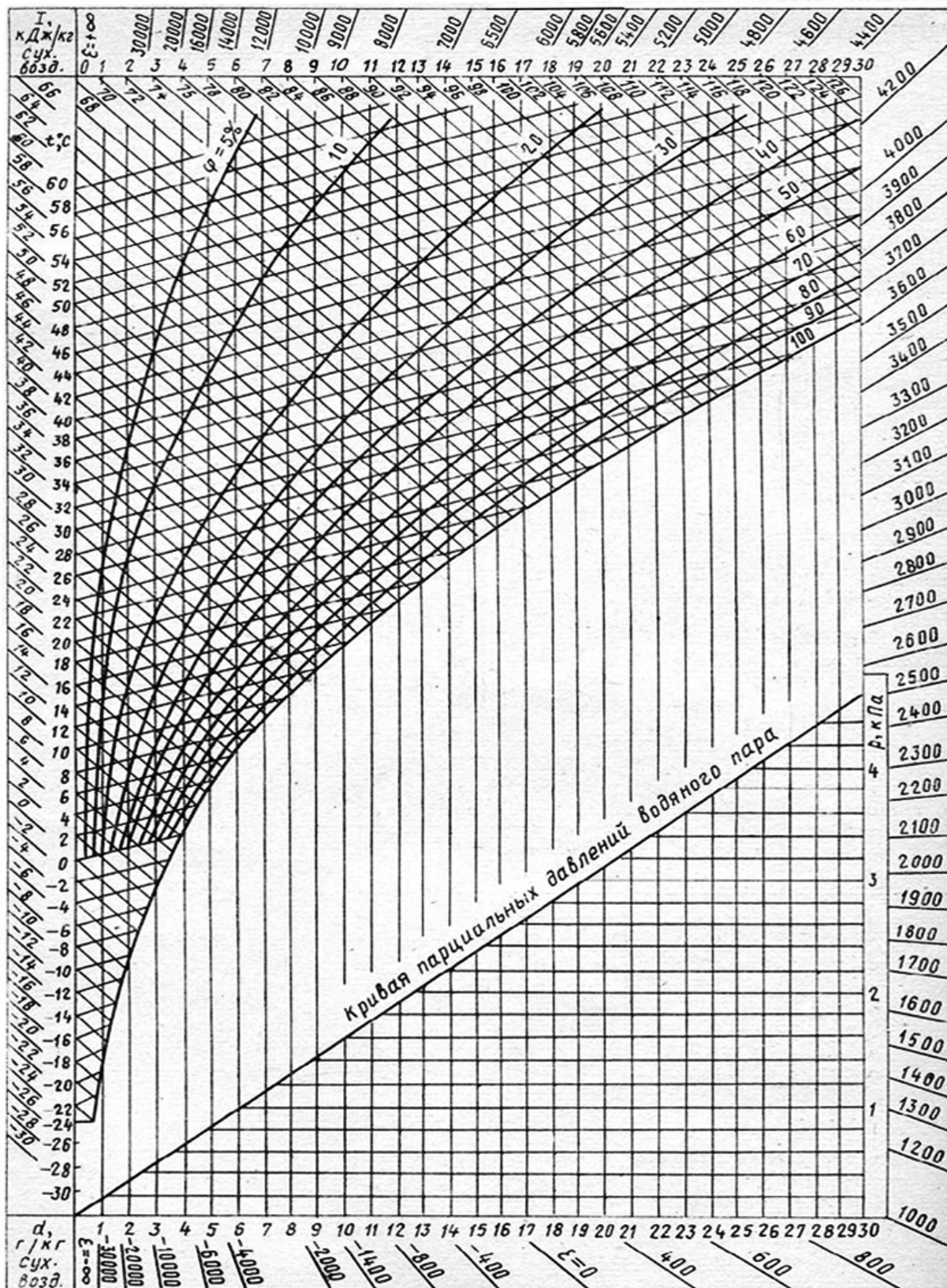


Рис. 1. $I-d$ -диаграмма влажного воздуха

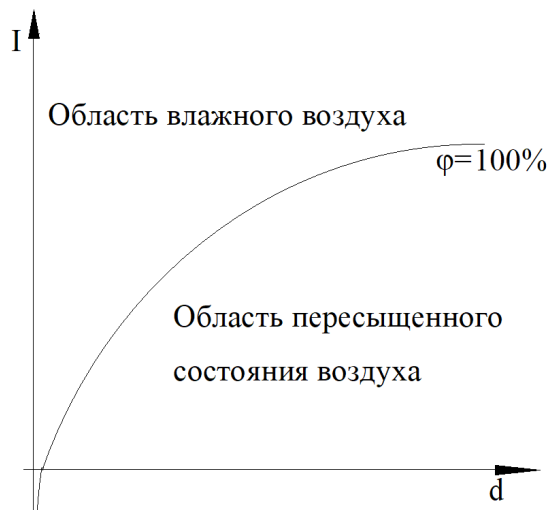


Рис. 2. I - d -диаграмма влажного воздуха: зоны влажного воздуха и пересыщенного состояния воздуха

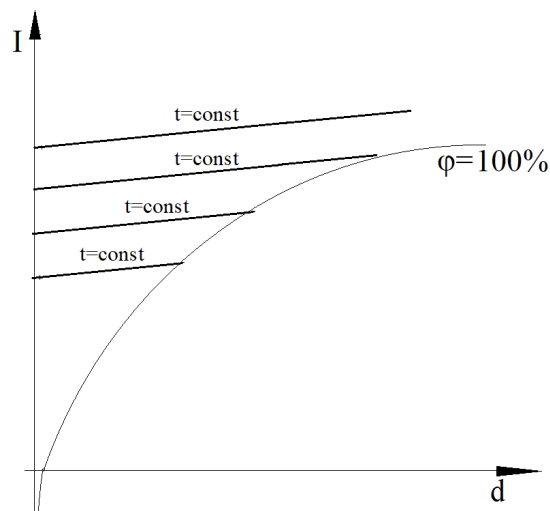


Рис. 3. На I - d -диаграмме влажного воздуха показаны изотермы (линии постоянной температуры)

Линии равных температур называются *изотермами*, и на I - d -диаграмме они все завершаются на кривой относительной влажности воздуха 100 % или кривой насыщения (рис. 3). *Насыщение* — процесс, при котором воздух больше не может вобрать в себя водяные пары при конкретной температуре и давлении. Интересно отметить, что в городской тепловой сети в холодный период года имеет место вода с параметрами 150-70 °С, что связано с закрытостью воды в оболочке трубы и повышенным давлением, которое задает насосное оборудование.

Более высокое барометрическое давление приводит к смещению линии насыщения $\phi = 100\%$ и всего пучка линий постоянной влажности меньших значений, а если барометрическое давление ниже, то смещение происходит вниз. Например, при барометрическом давлении 99,3 кПа воздух имеет следующие параметры: $t = 18\text{ °C}$, относительная влажность $\phi = 100\%$, энтальпия $I = 51,4\text{ кДж/кг}$, влагосодержание $d = 13,2\text{ г/кг}$. А при барометрическом давлении 83,3 кПа при температуре воздуха $t = 18\text{ °C}$ и относительной влажности $\phi = 100\%$ $I = 58\text{ кДж/кг}$ и $d = 15,8\text{ г/кг}$. При проектировании систем вентиляции I - d -диаграмма должна использоваться для давления, принятого для данной местности на основе многолетних наблюдений.

Линии равного влагосодержания расположены на I - d -диаграмме вертикально, соприкасаясь с линией полного насыщения $\phi = 100\%$ (рис. 4), что означает предел сухого охлаждения воздуха, и дальнейшее изменение влагосодержания влажного воздуха происходит с его осушением.

Линии постоянной энтальпии (рис. 5) идут на I - d -диаграмме поперек линий постоянной влажности, температуры и под углом к линии постоянного влагосодержания.

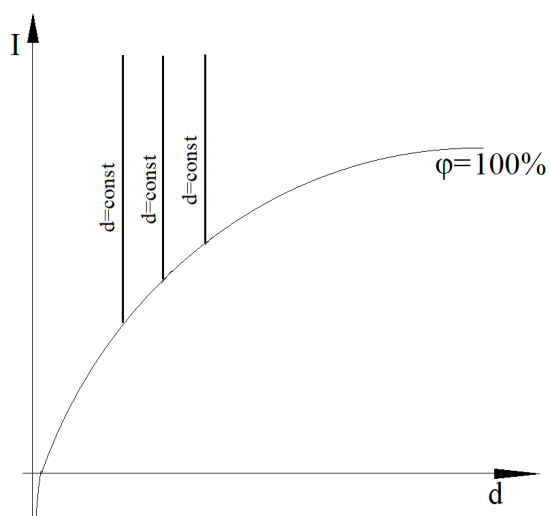


Рис.4. На I - d -диаграмме влажного воздуха показаны линии постоянного влагосодержания

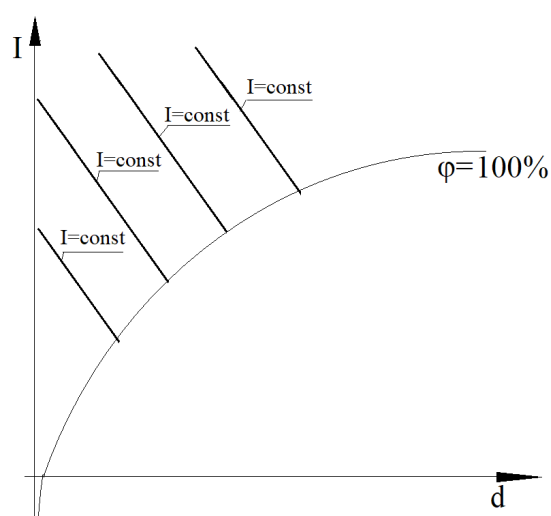


Рис. 5. На I - d -диаграмме влажного воздуха показаны линии постоянной энтальпии

Линии постоянного значения относительной влажности воздуха проходят параллельно линии $\varphi = 100\%$ (рис. 6). Чаще определяют величину относительной влажности и температуры внутреннего воздуха в помещениях на основе ГОСТ 30494–96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» и на основании данных, полученных с $I-d$ -диаграммы влажного воздуха, при построении точек на пересечении линии заданной относительной влажности воздуха и температуры и линий изменения теплового и влажностного состояния воздуха в помещении, находят остальные составляющие температурно-влажностного режима помещения.

На рис. 7 т. А с формальными параметрами микроклимата в помещении показывает все параметры микроклимата на $I-d$ -диаграмме. Основные параметры микроклимата, которые необходимы для расчетов при проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха это температура внутреннего воздуха, относительная влажность, энтальпия, влагосодержание. При перемещении параметров от т. А по линии постоянной энтальпии до линии $\varphi = 100\%$ получаем величину температуры мокрого термометра, а при перемещении от т. А по линии постоянного влагосодержания — величину точки росы.

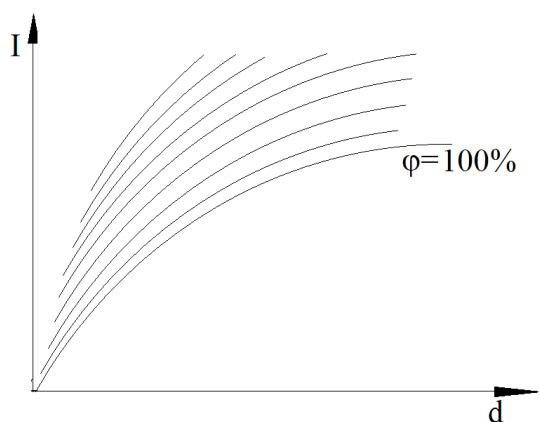


Рис. 6. На $I-d$ -диаграмме влажного воздуха показаны линии постоянной относительной влажности воздуха

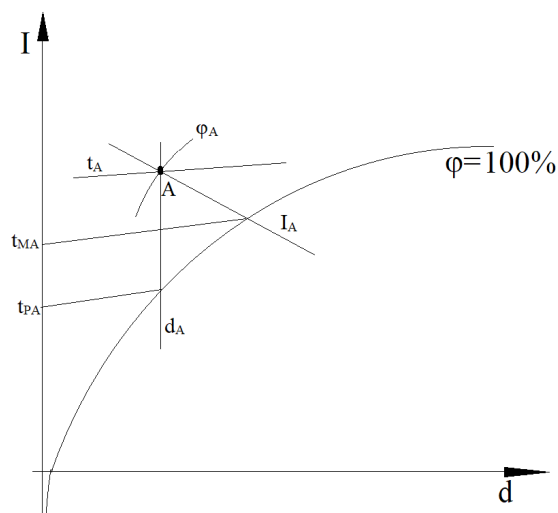


Рис. 7. На $I-d$ -диаграмме влажного воздуха показаны основные параметры воздуха в помещении (т. А)

3. РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИИ

Климатические характеристики района строительства. Архитектурно-планировочные чертежи этажей и характерные разрезы здания. Назначение здания

При проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха необходимо определить минимально необходимое количество воздуха, подаваемого и удаляемого из каждого помещения здания (требуемый воздухообмен), для теплого, холодного и переходного периодов года. Для проектирования систем вентиляции для теплого и холодного периодов года при проектировании систем кондиционирования воздуха, надо определить сумму объемных расходов приточного и вытяжного воздуха для каждой системы вентиляции и кондиционирования воздуха при подборе мощности вентиляционного оборудования (расчетный воздухообмен).

Расчет воздухообмена проводится для установившегося воздушного режима помещения по заданной кратности воздухообмена или при решении системы балансовых уравнений для каждого помещения.

Для выполнения курсовой работы необходимо провести расчет величины воздухообмена в вентилируемых и кондиционируемых помещениях здания.

Последовательность выполнения работ

1. Для одного-двух помещений здания надо рассчитать потоки вредных выделений (явная и полная теплота, водяные пары и поступления диоксида углерода) и составить таблицу «Составляющие балансов помещения» по теплоте (поступление и потери), водяному пару, диоксиду углерода.

2. Рассчитать требуемые воздухообмены по избыткам явной теплоты для теплого, холодного и переходного периодов для систем вентиляции и для теплого и холодного периодов года для системы кондиционирования воздуха. Выбрать расчетный воздухообмен в рассматриваемых помещениях, равный большему из полученных величин требуемых воздухообменов. Рассмотреть «обратную задачу», где необходимо уточнить параметры приточного и внутреннего воздуха в помещении в холодный период года при выборе в качестве требуемого воздухообмена величины для теплого периода года.

3. По нормам кратности и заданным значениям воздухообмена на единицу оборудования в санузле рассчитать воздухообмен во всех остальных вентилируемых помещениях.

В дополнение к методическим указаниям необходимо применять «Справочник проектировщика»; СП: «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», «Общественные здания», «Общественные здания административного назначения», «Здания жилые многоквартирные», «Здания жилые многоквартирные», НТП «Ведомственные нормы для проведения расчетов воздухообменов в помещениях здания по укрупненным показателям».

Определение количества поступающих теплоты, водяного пара и диоксида углерода в помещения

Теплоизбытки в помещении появляются, если теплоступлений больше, чем тепловых потерь, а **теплонедостатки** в помещении образуются, если тепловых поступлений меньше, чем тепловых потерь. При равенстве теплоизбытков и теплотерь воздухообмен принимают по нормам воздуха на одного человека. При теплонедостатках воздухообмен рассчитывают на основе нормативных значений на одного человека исходя из количества людей в помещении, а понижение температуры компенсируется, например, подогревом приточного воздуха. Количество людей в помещении рассчитывают исходя из требований норм квадратных метров на одного человека, согласно требованиям СП и других норм. Чаще в вентилируемых помещениях в холодный период года (при работающем отоплении) имеются теплоизбытки.

Тепловые поступления в вентилируемые помещения жилых, общественных и административных (офисных) зданий зависят от следующих источников теплоты:

- от жильцов и персонала;
- от солнечной радиации (для теплого и переходного периодов года);
- от приборов искусственного освещения;
- от отопительных приборов (для холодного периода года);
- от технологического оборудования, находящегося в помещении;
- от других источников теплоты (горячая пища, нагретые поверхности оборудования, горячая вода и пр.);
- от поступающего в воздух помещения водяного пара (скрытая теплота при дыхании людей, домашних животных, растений, при очистке полов и пр.).

Тепловые потери вентилируемого помещения включают:

- наружные ограждения (при расчетных значениях температуры внутри и снаружи помещения при вентиляции);
- нагревание воздуха при инфильтрации через наружные ограждения (преимущественно через воздухопроницаемые окна);
- нагревание привозного материала и приезжающих в помещение транспортных средств (гаражи, прачечные, почтовые учреждения и т.д.);
- нагревание воздуха, который врывается в помещение через периодически открываемые наружные двери или ворота.

Тепловые и влажностные поступления от людей в помещения зданий зависят от температуры окружающей человека среды (воздуха, поверхностей, обращенных внутрь помещений) и от физической активности человека (табл. 3):

$$Q_{ч.я} = \sum q_{ч.я} \cdot N \cdot \eta,$$

где $Q_{ч.я}$ — общая теплота от людей явная, Вт; $q_{ч.я}$ — удельная теплота от одного человека; N — количество людей, шт.; η — коэффициент, учитывающий пол человека (мужчины — 1, женщины — 0,85, дети — 0,75).

Температура воздуха в помещении зависит от тепловой напряженности помещения и в среднем значении изменяется на величину 3 или 5 °С в зависимости от тепловой напряженности помещения, равной соответственно менее или более 23 Вт/м³:

$$t_{в} = t_{н} + 3,$$

где $t_{в}$ — температура внутреннего воздуха, °С; $t_{н}$ — температура наружного воздуха, °С.

Помещениями с высокой тепловой напряженностью в общественных зданиях могут быть горячие цеха при столовых или ресторанах, а также другие помещения с большими тепловыми поступлениями.

Поступления диоксида углерода от людей. Один из главных источников вредных поступлений в помещения от людей — углекислый газ, поступление которого не зависит от периодов года и определяется интенсивностью физической нагрузки (табл. 3).

В помещения углекислый газ поступает при дыхании человека, что можно определить по формуле

$$M_{вр} = M_{вр1} \cdot N_{чел},$$

где $M_{вр1}$ — диоксид углерода, связанный с дыханием одного человека (по табл. 3), л/ч; $N_{чел}$ — количество людей в рассматриваемом помещении.

Таблица 3

Количество теплоты, водяного пара и углекислого газа, поступающие от людей

Вид поступления теплоты, водяного пара и углекислого газа	Количество теплоты, Вт/чел, водяного пара $m_{ч}$, г/(ч · чел), и углекислого газа, л/ч, поступающие от одного человека при температуре воздуха в помещении, °С					
	10	15	20	25	30	35
<i>В состоянии покоя</i>						
Явная теплота, $q_{ч.я}$	140	120	90	60	40	10
Полная теплота, $q_{ч.п}$	165	145	120	95	95	95
Водяные пары, $m_{ч}$	30	30	40	50	75	115
Диоксид углерода CO ₂ , m_{CO_2}	18	18	18	18	18	18
<i>При легкой работе</i>						
Явная теплота, $q_{ч.я}$	150	120	99	65	40	5
Полная теплота, $q_{ч.п}$	180	160	151	145	145	145
Водяные пары, $m_{ч}$	40	55	75	115	150	200
Диоксид углерода CO ₂ , m_{CO_2}	25	25	25	25	25	25
<i>При работе средней тяжести</i>						
Явная теплота, $q_{ч.я}$	165	135	105	70	40	5
Полная теплота, $q_{ч.п}$	215	210	205	200	200	200
Водяные пары, $m_{ч}$	70	110	140	185	230	280
Диоксид углерода CO ₂ , m_{CO_2}	35	35	35	35	35	35
<i>При тяжелой работе</i>						
Явная теплота, $q_{ч.я}$	200	165	130	95	50	10
Полная теплота, $q_{ч.п}$	290	290	290	290	290	290
Водяные пары, $m_{ч}$	135	185	240	295	355	415
Диоксид углерода CO ₂ , m_{CO_2}	50	50	50	50	50	50

Примечание. Данные приведены для мужчин. Для учета вредных выделений вводится коэффициент: для женщин — 0,85, для детей — 0,75.

При выделении в помещении водяных паров необходимо пересчитать массу водяных паров по формуле, кг/ч:

$$M_{\text{в.п}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{скр}}}{r_0 + c_{\text{в.п}} \cdot t_{\text{в}}},$$

где $Q_{\text{скр}}$ — разность поступлений полной и явной теплоты, т.е. поток скрытой теплоты, $Q_{\text{скр}} = Q_{\text{п}} - Q_{\text{я}}$, Вт; r_0 — удельная теплота парообразования воды при температуре 0 °С, $r_0 = 2500$ кДж/кг; $c_{\text{в.п}}$ — теплоемкость водяных паров, $c_{\text{в.п}} = 1,8$ кДж/(кг · К); $r_0 + c_{\text{в.п}} \cdot t_{\text{в}}$ — теплосодержание водяного пара при температуре воздуха в помещении, кДж/кг.

Испарение водяного пара с открытой водной поверхности рассчитывают по рекомендациям СП или справочника проектировщика для бассейнов.

Испарение и поступление водяного пара и паров масла от плит, сковород, котлов и другого оборудования при снабжении укрытиями происходят в эти укрытия и в балансе теплоты помещения не учитываются.

Теплопоступления от солнечной радиации

Теплота, поступающая от солнечной радиации, учитывается при составлении теплового баланса помещения для зданий только в тёплый период года. Теплота от солнечной радиации поступает через бесчердачное покрытие с гидроизолирующим покрытием черного или близкого к нему цвета и через окна и другие светопрозрачные конструкции.

При поступлении солнечной радиации на поверхность кровли с темным или черным покрытием происходит разогрев данного покрытия до температуры 40...80 °С и более. Тепловые поступления от солнечной радиации через наружные стены носят незначительный характер из-за массивности данных ограждающих конструкций. При наличии в здании чердака солнечные лучи не поступают на поверхность перекрытия между помещениями верхнего этажа и чердаком.

Методика расчета теплопоступлений от солнечной радиации

1. Поступающая на поверхность покрытия теплота от солнечной радиации и величина температуры наружного воздуха определяют температуру поверхности покрытия. Солнечную радиацию q , Вт/м², учитывают величиной, влияющей на рост температуры $pI/\alpha_{\text{н}}$, что можно определить по формуле

$$t_{\text{пов}} = t_{\text{н.в}} + \frac{pI}{\alpha_{\text{н}}},$$

где $t_{\text{пов}}$ — температура поверхности, °С; $t_{\text{н.в}}$ — температура наружного воздуха, °С; $p < 1$ — коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью ограждения, величина безразмерная; I — интенсивность солнечной радиации, выпадающей на поверхность ограждения, Вт/м²; $\alpha_{\text{н}}$ — коэффициент лучисто-конвективного теплообмена наружной поверхности ограждения:

- вертикальные поверхности:

$$\alpha_{\text{н}}^{\text{верт}} = 5,6 + 11,5\sqrt{v};$$

- горизонтальные:

$$\alpha_{\text{н}}^{\text{гор}} = 8,7 + 2,6\sqrt{v},$$

здесь v — расчётная скорость ветра самого жаркого месяца, м/с.

2. Максимальное поступление теплоты от солнечной радиации происходит в 13-00.

3. Тепловой поток, проходящий через покрытие в помещение, запаздывает по отношению к 13-00 на величину ε , ч:

$$\varepsilon = 2,7 \cdot D - 0,41,$$

где $D = \sum R_i S_i$ — показатель тепловой инерционности ограждения, равный сумме произведений термического сопротивления i -го слоя R_i на коэффициент теплоусвоения S_i , из которого он изготовлен.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru