

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО ОБЛИКА ВОЗДУШНОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ОБЪЕКТОВ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ

НЕДОСТАТКИ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ВОЗДУШНОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА И ТРЕБОВАНИЯ К ЕЕ ПЕРСПЕКТИВНОМУ ОБЛИКУ

Для специалистов, занимающихся вопросами создания и эксплуатации таких энергоемких систем, как воздушная система обеспечения теплового режима (ВСОТР) объектов термостатирования, не может быть неактуальной **проблема повышения эффективности использования энергетических ресурсов**. Значимость этой проблемы еще больше возрастает в связи с Указом Президента РФ №889 от 4.06.2008 г., где ставится задача повысить энергоэффективность экономики страны к 2020 г. не менее чем на 40% по сравнению с 2007 г. [1]. Противоречие, лежащее в основе указанной проблемы и являющееся причиной значительного расхождения между желаемыми и действительными показателями энергетической эффективности ВСОТР, заключается в несоответствии режимов ее функционирования тем возмущающим воздействиям (со стороны как внешних, так и внутренних источников возмущений) в виде тепловлажностных нагрузок, которые должны компенсироваться этой системой. В чем же причины этого несоответствия?

Во-первых, поскольку возмущающие воздействия на нормируемые параметры воздушной среды в объекте термостатирования могут существенно изменяться в течение суток, то и тепловлажностные нагрузки, приходящиеся на ВСОТР и компенсируемые ею, также могут динамично изменяться. В соответствии с этими изменениями должны своевременно корректироваться и режимы функционирования ВСОТР с их расходными и термодинамическими параметрами. Возлагать же решение этой задачи регулирования только на обслуживающий персонал, полагаясь на их опыт, знания и практические навыки, будет неправильным. Поэтому **перспективная ВСОТР должна быть адаптивной, т. е. уметь самоприспосабливаться к изменению стохастически действующих возмущающих воздействий путем корректировки своего алгоритма функционирования и поиска оптимальных термодинамических процессов обработки воздуха**. При этом по способу адаптации ВСОТР должна быть самонастраивающейся. Только в этом случае режимы функционирования ВСОТР будут соответствовать фактическим тепловлажностным нагрузкам в объекте термостатирования и своевременно корректиро-

ваться, как бы динамично не изменялись нагрузки в течение суток.

Во-вторых, управляющее воздействие в системе автоматического управления ВСОТР определяется в настоящее время только отклонением параметров воздушной среды в объекте термостатирования от их нормативно заданных предельных значений, а причины этого отклонения, т. е. те возмущения, под влиянием совместно воздействия которых произошло это отклонение, не анализируются. А ведь одно и то же отклонение параметров воздушной среды в объекте термостатирования может быть вызвано различными причинами, например: изменением внутренних тепловыделений непосредственно в самом объекте или изменением параметров климата, или изменением параметров воздуха в каналах его транспортировки, или, наконец, возникшей неисправностью в какой-либо из подсистем ВСОТР. Значит, и **управляющее воздействие**, направленное на компенсацию возникших возмущений, а следовательно и на устранение появившегося отклонения параметров воздушной среды в объекте, **должно определяться не по величине этого отклонения, а по изменениям тех возмущений, в результате совместного воздействия которых оно произошло**.

В-третьих, до сих пор при управлении ВСОТР решается только задача стабилизации параметров воздушной среды в объекте термостатирования в нормативно заданных пределах, а задача организации управления процессами обработки воздуха в ВСОТР по энергосберегающим технологиям с целью сокращения расходов на потребляемые при этом энергоресурсы до оптимальных значений этих расходов — такая оптимизационная задача при управлении ВСОТР даже не ставится. В результате используемая технология обработки воздуха оказывается неэкономичной: имеют место значительные перерасходы энергоресурсов, а термодинамический потенциал наружного воздуха вовсе не используется. Поэтому при формировании требований к перспективному облику ВСОТР **необходимо предусмотреть также переход на использование в этой системе энергосберегающих процессов обработки воздуха**.

В-четвертых, организация управления ВСОТР на уровне системы, основанная на

жесткой последовательности управляющих воздействий (когда каждое последующее начинается тогда, когда прекращается предыдущее), не предусматривает приложения управляющих воздействий одновременно в каждой из подсистем ВСОТР. Это обстоятельство является причиной как значительной инерционности в управлении, так и причиной возникновения возможных автоколебательных процессов, ведущих к «раскачиванию» системы. **Перевод же управления на локальный уровень (на уровень подсистем), где объектом управления будет являться не система в целом, а ее подсистемы, позволил бы значительно снизить инерционность в управлении ВСОТР и исключить причину возникновения возможных автоколебательных процессов**.

ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И «КАЧЕСТВУ» ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ, НЕОБХОДИМОЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ВСОТР

При разработке перспективной ВСОТР в качестве исходной должна приниматься следующая информация.

1. **Информация о климате**. Информация о климате требуется для решения двух задач.

Первая задача связана с выбором установочной производительности оборудования подсистем ВСОТР (подсистем нагрева, охлаждения, увлажнения, первой рециркуляции, второй рециркуляции). Завышенная установочная производительность оборудования, как известно, ведет к необоснованному увеличению капитальных затрат, заниженная — к увеличению времени необеспеченности $\tau_{необ}$ нормируемых параметров воздушной среды в объекте термостатирования (из-за возможного выхода параметров наружного воздуха за пределы принятых их расчетных значений). Поэтому установочная производительность оборудования любой из указанных подсистем ВСОТР должна приниматься такой, чтобы значение $\tau_{необ}$ не превышало допустимого значения $\tau_{необ}^{гол}$, под которым понимается непрерывное время нарушения нормируемых параметров воздушной среды в объекте термостатирования. Следовательно, **информация о климате должна обеспечивать установление корреляционных зависимостей между временем необеспеченности $\tau_{необ}$ и уста-**

Табл. 1. Пример информации о климате за время функционирования ВСОТР

с 23.00 ч. 22.07 до 23.00 ч. 25.07 (итого 72 ч.)		Среднее значение влагосодержания d_{cp} в каждом из интервалов, г/кг						
		8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5
Среднее значение температуры t_{cp} в каждом из интервалов, °С	25	0	0	0	0	0	0	0
	27	0	1	1	0	0	0	0
	29	0	1	2	1,1	0	0	0
	31	0	3,1	5,5	2,5	3,5	2,0	0
	33	0,1	3,2	5,6	6	6,5	6,1	2
	35	0,1	1	3,5	3,6	3,8	3,8	1,2
	37	0,1	0,5	1	1	1,2	1,1	1
	39	0	0	0,2	0,5	0,2	0,2	0,1
	41	0	0	0	0	0	0	0

новочными производительностями оборудования подсистем ВСОТР (подробнее об этом см. в [2]).

Вторая задача заключается в оценке временной составляющей эксплуатационных затрат, связанной с потребляемыми в ВСОТР расходами теплоты, «холода», воздуха и воды. Для решения этой задачи информация о климате не должна ограничиваться сведениями только о расчетных параметрах климата для тепло и холодного периодов года, а включать в себя данные по климату за любой рассматриваемый период времени в пределах года.

Нормативной же информации о климате, используемой в настоящее время и представленной в [3], совершенно недостаточно для обоснованного решения первой задачи, а вторая задача при этой информации о климате вообще не решается.

Суть предлагаемой новой формы представления информации о климате состоит в следующем. Область параметров климата за год делится с интервалами по температуре Δt ($\Delta t = 2^\circ\text{C}$) и по влагосодержанию Δd ($\Delta d = 1 \text{ г/кг}$) на элементарные площадки с координатами t_{cp} , d_{cp} . Для каждой элементарной площадки указывается суммарное время повторяемости значений температуры и влагосодержания наружного воздуха в часах за год. Фрагмент информации о климате в таком виде показан на I-d-диаграмме¹. Именно такая форма представления информации о климате необходима для обоснованного выбора установочной производительности основного оборудования подсистем. Кроме того, по аналогичной форме должна представляться информация о климате за предполагаемое время функционирования ВСОТР, если система работает только в определенные периоды времени, например, с 23.00 ч. 22 июля по 23.00 ч. 25 июля (табл. 1). Информация о климате в таком виде является выборкой из массива аналогичной информации о климате за год, и на этапе проектирования она необходима для определения расходов энергоресурсов, потребляемых в

ВСОТР за рассматриваемый период времени. Фрагмент такой информации о климате, выделенный в табл. 1 серым фоном, также показан на I-d-диаграмме² и отличается от фрагмента информации о климате за год только продолжительностью (в часах).

2. **Нормируемые параметры воздушной среды**, которые требуется поддерживать в объекте термостатирования: температура t_{min} , t_{max} (°С), влагосодержание d_{min} , d_{max} (г/кг).

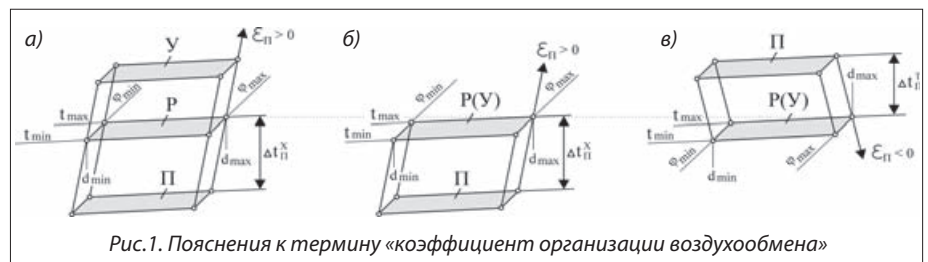


Рис. 1. Пояснения к термину «коэффициент организации воздухообмена»

Использовать здесь такой параметр, как относительная влажность (ϕ_{min} , ϕ_{max}), крайне нежелательно вследствие зависимости этого параметра от барометрического давления.

3. **Коэффициент организации воздухообмена k_L** , характеризующий степень использования приточного воздуха в объекте термостатирования, определяемый из выражения (рис. 1 а):

$$k_L = \frac{I_Y - I_{\Pi}}{I_P - I_{\Pi}}$$

где: I_{Π} , I_P , I_Y — энтальпии воздуха: приточного (Π), в рабочей зоне (P) объекта термостатирования и удаляемого (Y), кДж/кг.

При $k_L = 1$ параметры воздуха в рабочей зоне совпадают с параметрами удаляемого воздуха (рис. 1 б, в).

4. **Допустимые отклонения температуры t_{Π} в приточной струе от нормируемой температуры t_Y** в объекте термостатирования: при ассимиляции избытков теплоты в объекте $\Delta t_{\Pi}^X = t_Y - t_{\Pi}$ (рис. 1 б), при восполнении недостатка теплоты в объекте $\Delta t_{\Pi}^T = t_{\Pi} - t_Y$ (рис. 1 в).

5. **Кратность воздухообмена K_p** (отношение расхода приточного воздуха к объему рабочей зоны в термостатируемом объекте). Требование по минимальной кратности воздухообмена обусловлено необходимостью обеспечения равномерного распределения параметров воздуха (как по площади, так и

по высоте) в объекте термостатирования и связано с конструктивными особенностями подсистемы воздухораспределения.

6. **Максимальные тепловлажностные нагрузки** на ВСОТР, которые могут возникнуть при экстремальных внешних и внутренних возмущающих воздействиях.

7. **Расход наружного воздуха**: минимально неизбежный m_{Π} и максимально целесообразный m_{Π} .

8. **Информация об особенностях объекта термостатирования**, например:

- запрет или разрешение на использование рециркуляционного воздуха;
- протяженность и тепловая защищенность сетей транспортировки наружного, рециркуляционного (R1 и R2) и приточного воздуха (от этого будет зависеть наличие или отсутствие возмущающих воздействий в этих сетях);
- особенности внутренних возмущающих воздействий (источников теплоты, «холода» и возможной влаги) в самом объекте термостатирования и др;

• особенности подсистемы воздухораспределения в объекте термостатирования.

Следует обратить внимание на то, что информацию о параметрах приточного воздуха (t_{Π} , d_{Π} , I_{Π}) и о его расходе (m_{Π}) принимать в качестве исходных данных ни в коем случае нельзя, так как она является расчетной и должна каждый раз корректироваться при изменении возмущающих воздействий (в разделе «Требования к технологической схеме обработки воздуха в ВСОТР» это будет наглядно продемонстрировано в цифрах). ●

(Продолжение следует)

Н. В. КОЧЕНКОВ, к. т. н., доцент

Литература

1. «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики: Указ Президента Российской Федерации №889 от 04.06.2008 г.». Собрание законодательства Российской Федерации, №23, 2008 г.
2. Коченков Н. В., Кобышева Н. В., Ключева М. В. «Энергосберегающие режимы в СКВ и характеристика климата — взаимосвязанные задачи». // «Инженерные системы», № 3, 2006 г.
3. «Строительная климатология: СНИП 23-01-99*». — М.: ФГУП ЦПП, 2005 г.
4. Коченков Н. В. «Энергосберегающие режимы систем кондиционирования воздуха: моногр.». Ч. 1: «СКВ, обслуживающие помещения с однохарактерными нагрузками». — СПб.: ВКА им. А. Ф. Можайского, 2009 г.

^{1,2} Указанные фрагменты информации о климате показаны на I-d-диаграмме на рис. 4 в разделе «Требования к технологической схеме обработки воздуха в ВСОТР».