

Центральное и азербайджанское правление
научно-технического общества строительной индустрии

Узбекское правление научно-технического
общества полиграфии и издательств.

Государственный проектный и научно-исследовательский
институт " ГипроНИИполиграф "
(Ташкентский филиал)

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА
В ПРОМЫШЛЕННЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

5-го научно-технического совещания по
кондиционированию воздуха.

В г. Баку август 1970 г.

Филиал ГипроНИИполиграф
Ташкент - 1970

(Вдоль длинной стены);

Z - расстояние между осями анемостатов

(вдоль короткой стены).

Инженер А.М. КОШЕВАТСКАЯ

(Гипросвязь, Москва)

РАСЧЕТ МИНИМАЛЬНЫХ КОНЦЕВЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ АЭРОДИНАМИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ПРИТОЧ-
НЫХ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ПРИ
КОЛИЧЕСТВЕННОМ РЕГУЛИРОВАНИИ.

В настоящей статье дан метод расчета минимальных коэффициентов сопротивления подводов, обеспечивающих поддержание аэродинамической устойчивости систем с количественным регулированием во всех режимах эксплуатации.

Для устойчивой работы подводов (а следовательно, системы в целом) необходимо, чтобы колебания давления перед ними приводили только к допустимым изменениям расхода воздуха. Тогда эксплуатационное регулирование одних подводов не будет вызывать перемещение клапанов на других. Условие устойчивой работы системы описывается неравенством:

$$H \leq (1 + K_d)^2 \quad (1)$$

где:

$H = \frac{H_{\phi}}{H_{min}}$ - относительное давление перед подводкой при данном тепловом режиме обслуживаемого помещения и произвольном эксплуатационном режиме работы системы;

H_{ϕ} и H_{min} - фактическое и минимальное давления перед подводкой при том же тепловом режиме помещения;

$K_g = \frac{L_p - L_{gp}}{L_{gp}}$ - максимально допустимая величина разрегулировки подводки;

L_{gp}, L_g - требуемый и максимально допустимый расходы воздуха через подводку.

Режим, при котором разрегулировка % подводок имеет наибольшее значение, назовем режимом максимальной разрегулировки. В общем случае установление такого режима должно осуществляться с учетом вероятности его возникновения. Эта вероятность в основном зависит от назначения помещений и коэффициента одновременности нагрузок. Насколько нам известно, статические исследования по выявлению режимов максимальной разрегулировки и определению вероятности их возникновения в системах вентиляции и кондиционирования воздуха с количественным регулированием ни в СССР, ни за рубежом не проводили. Поэтому конечное оборудование предлагается рассчитывать принимая, что исследуемая подводка наиболее удалена от вентилятора (или точки воздуховода, в которой регулируется давление), а нагрузка в обслуживаемом ею помещении максимальна. Нагрузки в остальных помещениях минимальны.

Расчет проводится по формуле (I) при условии,

что $H = H_{max}$

где: $H_{max} = \frac{h_{max}}{h_{min}}$ - относительное давление перед подводкой в режиме максимальной разрегулировки;

h_{max} и h_{min} - максимальное и минимальное давления перед подводкой при максимальной нагрузке в обслуживаемом помещении.

Порядок расчета конечных сопротивлений таков:

1. Подбираются стандартные воздуховоды по расчетным расходам и рекомендуемым скоростям;
2. Вычисляются коэффициенты сопротивления транзитных участков сети по формуле:

$$S = \frac{\Delta H}{L_p^2}$$

где:

ΔH - потери давления на участке в расчетном режиме (при условии максимальных нагрузок в системе)

L_p - расход воздуха на участке в расчетном режиме

3. По расчетным расходам определяются потери, на которые подбирается вентилятор или давление, поддерживаемое постоянным;

4. по методу, описанному в Л. I, определяется фактическая разрегулировка (K_{ϕ}) исследуемой подводки при принятом коэффициенте её сопротивления. Если $K_{\phi} \leq K_D$, то система будет обладать требуемой степенью аэродинамической устойчивости. Если $K_{\phi} > K_D$ то следует, постепенно увеличивая минимальное сопротивление подводки, методом последовательных приближений добиться соблюдения этого условия.

Пример. Подобрать сопротивления элементов, обеспечивающих аэродинамическую устойчивость системы, изображенной на рис. I, при условиях: расчетные расходы воздуха в подводах равны и составляют 1000 м³/ч; минимальные расходы воздуха в подводах достигают 5 % от расчетных; максимально допустимое колебание расхода воздуха должно быть 20 % ($K_D = 0,2$);

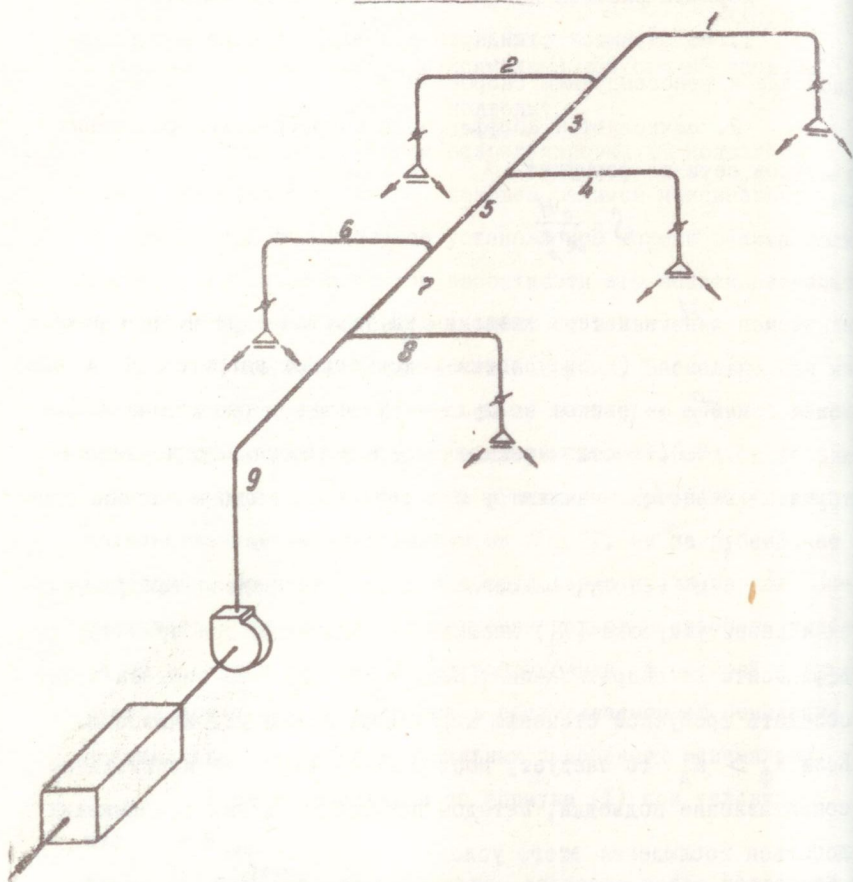


Рис. 1

Схема системы кондиционирования воздуха
с количественным регулированием

давление за вентилятором поддерживается постоянным; потери давления в расчетном режиме равны: $H_I = 4 \text{ кг/м}^2$;
 $\Delta H_3 = \Delta H_5 = \Delta H_7 = \Delta H_9 = 2 \text{ кг/м}^2$.

Решение.

1. Определяем коэффициенты сопротивления транзитных участков:

$$S_3 = \frac{2}{2000^2} = 0,5 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг ч}^2}{\text{м}^8};$$

$$S_5 = \frac{2}{3000^2} = 0,222 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг ч}^2}{\text{м}^8}$$

$$S_7 = \frac{2}{4000^2} = 0,125 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг ч}^2}{\text{м}^8}$$

$$S_9 = \frac{2}{5000^2} = 0,08 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг ч}^2}{\text{м}^8}$$

2. Определяем давление на участке 9:

$$H_9 = 4 + 4 \cdot 2 = 12 \text{ кг/м}^2$$

3. Определяем максимальное давление перед подводкой I по

формуле:

$$h_{I, \max} = H_9 - \sum S_i L_i^2$$

где:

H_9 - давление за вентилятором в данном режиме его работы (либо давление, поддерживаемое постоянным),

$\sum S_i L_i^2$ - потери давления в сети до исследуемой подводки.

$$h_{I, \max} = H_9 - (S_9 (k(L_8 + L_6 + L_4 + L_2) + L_1)^2 + S_7 (k(L_6 + L_4 + L_2) + L_1)^2 + S_5 (k(L_4 + L_2) + L_1)^2 + S_3 (k L_2 + L_1)^2)$$

$$h_{imax} = 12 - 10,08 / 0,05 \cdot 1000 + 1000 + 1000 + 1000 / + 1000 / 2 + 0,125 \times 10,05 / 1000 + 1000 + 1000 / + 1000 / 2 + 0,222 / 0,05 / 1000 + 1000 / + 1000 / 2 + 0,5 / 0,05 \cdot 1000 + 1000 / 2 \cdot 10 = 10,9 \text{ кг/м}^2$$

4. Определяем максимальное относительное давление перед подводкой I и уточняем расход воздуха через неё по формулам :

$$H_{imax} = \frac{h_{imax}}{h_{imin}}$$

$$L_{iyt} = L \cdot \sqrt{H_{imax}}$$

$$H_{imax} = \frac{10,9}{4} = 2,72$$

$$L_{iyt} = 1000 \sqrt{2,72} = 1652 \text{ м}^3/\text{ч}$$

5. Поскольку $L_{iyt} = \sqrt{2,72} > 1,1$ (т.е. расхождение между значениями L и L_{iyt} больше 10 %) повторяем расчет, уточняем h_{imax} и определяем поправку к значению относительного давления по формуле :

$$\eta = \frac{h'_{imax}}{h_{imax}}$$

где:

h'_{imax} - уточненное значение давления перед подводкой,

h_{imax} - ранее вычисленное значение давления перед подводкой.

$$h'_{imax} = 12 - 10,08 / 0,05 \cdot 4000 + 1652 / 2 + 0,125 / 0,05 \cdot 3000 + 1652 / 2 + 0,222 / 0,05 \times 2000 + 1652 / 2 + 0,5 / 0,05 \cdot 1000 + 1652 / 2 \cdot 10^{-6} = 9,2 \text{ кг/м}^2$$

$$\eta = \frac{9,2}{10,9} = 0,845$$

6. Уточняем расход воздуха через подводку I по формуле :

$$L'_{iyt} = L \sqrt{H_{imax} \cdot \eta}$$

$$L_{iyt} = 1000 \sqrt{2,72 \cdot 0,845} = 1520 \text{ м}^3/\text{ч}$$

7. Поскольку $\sqrt{0,845} \geq 0,9$, т.е. расхождение между L_{iyt} и L'_{iyt} меньше 10 %, определяем разрегулировку подводки I по формуле :

$$K = \frac{L_{\phi} - L_{TP}}{L_{TP}}$$

где:

L_{TP} и L_{ϕ} - требуемый и фактический расходы воздуха через подводку.

$$K_{\phi} = \frac{1520 - 1000}{1000} \cdot 100 \% = 52 \%$$

8. Поскольку $K_{\phi} > K_d$, повторяем расчет при увеличенном сопротивлении участка I. В качестве приближений принимаем, что минимальные потери на I участке равны максимальным, вычисленным на предыдущем шаге итерации. Результаты расчета сводим в следующую таблицу:

Расчетная величина	: Номер итерации			
	: I	: 2	: 3	: 4
I	: 2	: 3	: 4	
Минимальное давление на участке I / h_{min}	4	9,2	15,4	

I	2	3	4
Давление на участке 9 / H_9 /	12	17,2	23,4
Максимальное давление на участке I / h_{1max} /	10,9	16,1	22,3
Максимальное относительное давление перед подводкой I / H_{1max} /	2,72	1,75	1,45
Расход воздуха через подводку I в режиме максимальной разрегулировки / $L_{1г}$ /	1652	1325	1205
Уточненное значение максимального давления на участке I / h'_{1max} /	9,2	15,4	21,8
Поправка к значению относительного давления / n /	0,845	0,955	0,97
Уточненное значение расхода воздуха через подводку I в режиме максимальной разрегулировки / $L'_{1г}$ /	1520	1295	1190
Разрегулировка подводки I K_{Φ} в %	52	30	19

Таким образом, при постоянном давлении после вентилятора в $23,4 \text{ кг/м}^2$ и минимальном сопротивлении подводки I в $15,4 \text{ кг/м}^2$ её разрегулировка, как и разрегулировка всей системы, не превысит 20 % ни в одном из эксплуатационных режимов. Связка подводок системы не приводится, так как она может осуществляться любым из общеизвестных методов.

ВЫВОДЫ

1. Введено понятие " режим максимальной разрегулировки ". Исследование работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха с количественным регулированием в этом режиме позволяет судить об эффективности мер, предпринимаемых для обеспечения аэродинамической устойчивости при наиболее неблагоприятных эксплуатационных условиях.

2. Предлагаемый метод расчета минимальных конечных сопротивлений как при наличии, так и при отсутствии регуляторов полного давления, позволит рассчитывать приточные системы вентиляции и кондиционирования с переменным расходом воздуха, обладающие заданной степенью аэродинамической устойчивости.

3. При поддержании постоянным полного давления имеет место только положительная разрегулировка, то есть фактический расход воздуха через подводку всегда больше требуемого. Вследствие этого исключается возможность подачи воздуха в объеме, недостаточном для вентиляционных целей.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.М. КОШЕВАТСКАЯ - "Итерационный метод расчета разрегулировки приточных систем вентиляции и кондиционирования воздуха с количественным регулированием ". Сб. трудов института Проектировентиляция (в печати)