

**Общество "Знание" РСФСР**

**Ленинградская организация**

**ЛЕНИНГРАДСКИЙ ДОМ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОПАГАНДЫ**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ  
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА**

**Материалы  
научно-технического семинара  
8 - 9 июля**

**Под редакцией  
канд. техн. наук, доцента  
В. Д. Коркина**

**Ленинград  
1987**

где  $t_{p.z}$  - нормированная температура воздуха в рабочей зоне,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $Q$  и  $Q_g$  - тепловыделения от снабженных местными отсосами источников и дополнительные (теплопритоки или теплопотери);

$$Q = \frac{Q}{c\rho L_M t_{p.z}} ; \quad \bar{Q}_g = \frac{Q_g}{c\rho L_M t_{p.z}}$$

При отсутствии рециркуляции

$$L_{H2} = \left(1 - \frac{1}{K_L}\right) L_M + \frac{G(T - K_T) + G_g}{K_L(C_{ПДК} - C_H)} ; \quad (5)$$

$$t_{H2} = t_{p.z} \left(1 - \frac{\bar{Q}(T+K_T) + \bar{Q}_g}{K_L(L_{H2}-1) + T}\right); \quad (6)$$

$$Q_{B2} = c\rho L_{H2} (t_{p.z} - t_i) - \frac{Q(T - K_T) + Q_g}{K_L(L_{H2}-1) + T}. \quad (7)$$

В последнее время в ряде отраслей промышленности стали применяться локальные рециркуляционные вентиляционные системы с очисткой воздуха от пыли и газов, действующие по типу фильтровентиляционных воздухоочистительных агрегатов. В этих системах воздух забирается из рабочей зоны местным отсосом, очищается от примесей и возвращается снова в рабочую зону цеха. Туда же системами приточной вентиляции или кондиционирования воздуха подается обработанный наружный воздух.

Для обслуживаемого локальной системой модуля при отсутствии дополнительных тепло- и газопоступлений и при равномерном распределении концентраций вредных веществ и температуры воздуха по помещению ( $K_L = T$ ):

$$L_{H1} = \frac{G - \eta(K_T G + L_p C_{ПДК})}{C_{ПДК} - C_H}; \quad (8)$$

$$t_{H1} = t_{p.z} - \frac{(C_{ПДК} - C_H)}{c\rho(G - \eta(K_T G + L_p C_{ПДК}))}; \quad (9)$$

$$\Delta Q_B = K_T Q + c\rho (\eta L_p C_{ПДК} - K_T G(1-\eta)) \frac{t_{p.z} - t_i}{C_{ПДК} - C_H} \geq 0. \quad (10)$$

Расчеты (таблица), выполненные по приведенным формулам для цехов переработки пластмасс (при  $C_H = 0,3 \text{ С}_{ПДК}$ ,  $t_{p.z} = 17^{\circ}\text{C}$  и средней температуре  $t_i = -3^{\circ}\text{C}$ ), показали, что в цехах прессования фенопластов (основная вредность - фенол) локальные вентиляционные системы с полной рециркуляцией экономически необоснованы ( $\Delta Q_B = -7,2 \text{ кВт}$ ), а в цехах литья термопластов (основная вредность - стирол) рециркуляция целесообразна ( $\Delta Q_B = 2,4 \text{ кВт}$ ).

Исходные данные и расчет целесообразности рециркуляции

Цех	$Q, \text{ кВт}$	$G, \text{ мг/с}$	$L_p, \text{ м}^3/\text{с}$	$C_{ПДК}, \text{ мг/м}^3$	$K_T$	$K_T$	$\eta$	$\Delta Q_B, \text{ кВт}$	$L_{H1}, \text{ м}^3/\text{с}$
Прессовый	6	1,67	0,17	0,3	0,8	0,9	0,9	-7,2	1,28
Литьевой	4	1,67	0,07	5,0	0,7	0,8	0,8	2,4	0,09

А.Г.Сотников, Т.И.Садовская

О ПРОЕКТЕ "РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО РАСЧЕТУ ГОДОВЫХ РАСХОДОВ ТЕПЛА, ХОЛОДА, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ВОДЫ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА И СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ"

Современные требования к техническому совершенству и экономической эффективности проектных решений систем вентиляции и кондиционирования воздуха (СВ и СКВ) предполагают наличие климатологической информации и инженерных методик расчета годовых расходов энергии.

Методика ГПИ Сантехпроект, г.Москва (1964 г.) основана на среднемесячных температурах наружного воздуха. Для любого режима (нагревания, охлаждения) приближенно определяют месяц года, продолжительность и средние значения параметров  $t_h$ ,  $i_h$ . В последние годы получены более детальные характеристики одномерных распределений  $t_h$ ,  $d_h$ ,  $i_h$  по территории Союза ССР. На основе этих исследований параметры распределения температуры, энталпии и влагосодержания нанесены на карты. Таким образом, расчеты годовых расходов можно основывать не на среднемесячных параметрах, а на распределении срочных (в сроки: I, 4, 7, 10, 13 ч и т.д.) многолетних замеров. В этом случае продолжительность режимов работы системы и среднее значение параметра определяются точнее, а значит точнее вычисляют искомые годовые расходы.

Рекомендации разработаны с учетом различных условий работы системы и ее элементов. Расчеты годовых расходов тепла, холода, электроэнергии и воды можно производить:

для различных пунктов территории Союза ССР;

для разного функционального назначения и условий использования аппаратов (например первый, второй или зональный подогрев, теплоутилизатор и др.);

для разных параметров воздуха в помещении, постоянных и переменных тепловой и влажностной нагрузок помещения;

для разного сочетания помещений и обслуживающих их систем (например, система на помещение, на группу помещений, ряд систем в помещении и т.п.);

для разного оборудования систем (приточные вентиляционные камеры, центральные кондиционеры, местные автономные и неавтономные кондиционеры, доводчики разных типов);

для разных решений по управлению аппаратами и нагнетателями системы (управляемые и неуправляемые воздухонагреватели, вентиляторы и насосы, потребление холода с реверсом и без реверса воздушных клапанов наружного и рециркуляционного воздуха);

для совмещения СВ (или СКВ) с отоплением или независимой работы этих систем в холодный период года;

для разного тарифа за тепло в зависимости от температуры обратной воды, возвращаемой на ТЭЦ, по отношению к графику обратной воды после системы отопления;

для работы системы в рабочее и нерабочее время, разной сменности ее работы.

Учитено, что применяемый в большинстве случаев алгоритм функционирования системы заключается в жестком чередовании управляющих воздействий и режимов работы системы. Граница нагревания воздуха - изотерма или изоэнталпия. Окончание режима ( $t_k$ ,  $i_k$ ) зависит от нагрузок помещения, поэтому в уравнениях

$$t_h = t_k = t_{yx} - (Q_{\text{пом}} + \Delta Q_{\text{пр}}) / G_h C_p, \quad (1)$$

$$i_h = i_k = i_{yx} - (Q_{\text{пом}} + \Delta Q_{\text{пр}} + G_{\text{вл}} i_{\text{пара}}) / G_h \quad (2)$$

правильно учитывать средние нагрузки помещения, отнесенные к данной системе. Граница режимов охлаждения воздуха - изоэнталпия:  $i_h = i_{\text{пр}}$ ;  $i_h = i_{yx}$ . Граница режимов увлажнения воздуха:  $d_h = d_k = d_{yx} - G_{\text{вл}} / G_h$ . Погрешность расчета годовых расходов для среднего года возникает в основном за счет аппроксимации эмпирического распределения параметра тем или иным теоретическим законом (композиционным для температуры и энталпии и логарифмически-нормальным для влагосодержания). Такая погрешность составляет около 10 - 15 %. Более приближенные расчеты возможны по упрощенной методике определения продолжительности и среднего значения параметра. Для этого предлагается композиционное распределение заменить трапециoidalным (даются расчетные зависимости).

Климатологические сведения приводятся в приложениях. Имеются семь карт-схем территории страны с нанесением изолиний:  $\alpha_t$ ,  $b_t$ ,  $G_t$  - по температуре;  $\alpha_i$ ,  $b_i$ ,  $G_i$  - по энталпии;  $(lnd_h)_{\text{ср}}$ ,  $G_{lnd}$  - по влагосодержанию. Эти же величины для многих пунктов, указанных в СНиП П-33-75\*, приведены в таблицах. Для ряда пунктов страны, расположенных в высокогорных районах, приводятся таблицы повторяемости в одномерных интервалах температуры или энталпий.

Основное содержание рекомендаций посвящено изложению частных методик расчета годовых расходов тепла, холода, электроэнергии и воды в различных случаях и примеры расчетов годовых расходов.

Каждая методика пояснена примером. Расчеты годовых расходов тепла рассматриваются для таких случаев: управляемый воздухонагреватель без увлажнения и с увлажнением воздуха в СВ и СКВ, воздухонагреватель при совмещении СВ и СКВ с отоплением, неуправляемый воздухонагреватель, расход тепла в управляемом нагревателе с учетом льготного тарифа, расход тепла в управляемом и неуправляемом теплоутилизаторе, расход тепла на второй и зональный подогрев, расход тепла нагревателем автономного кондиционера.

Приводятся методики расчета годового расхода холода в СКВ с реверсом и без реверса клапанов, в автономном кондиционере, в доводчике-охладителе и осушителе. Методики расчета годового расхода влаги даются для прямоточных СКВ и СКВ с рециркуляцией, автономных кондиционеров, увлажнителей-доводчиков. Расходы электроэнергии вентиляторами и насосами приводятся для неуправляемых нагнетателей, при управлении дросселированием сети, входным направляющим аппаратом и при изменении частоты вращения.

А.М.Живов, Е.Л.Келина,  
А.Н.Коваленко, В.И.Лысов

### ЭНЕРГОЭКОНОМИЧНАЯ СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ДЛЯ ТКАЦКИХ ЦЕХОВ

Большие возможности экономии энергетических ресурсов в производственных помещениях с изменяющимися в течение года избыточными тепловыми выделениями связаны с применением систем вентиляции и кондиционирования воздуха с переменным расходом. Характерным примером являются системы кондиционирования воздуха для двух ткацких цехов Рудненского завода химического волокна, разработанные ГПИ Госхимпроект (г. Москва) по техническим предложениям ВНИИОТ ВЦСПС в Ленинграде и ЛТИХП.

Ткацкие цехи представляют собой помещения площадью 108x48 м и высотой до нижнего пояса ферм 6 м. В них размещены ткацкие станки длиной 14 м и высотой до 3 м, занимающие примерно 20 % площади пола помещения.

Для обеспечения технологического процесса в помещениях цеха необходимо поддерживать температуру  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , относительную влажность  $60 \pm 5\%$  и подвижность воздуха не более 0,5 м/с.

Непостоянные теплопоступления от солнечной радиации и теплоизбытки в течение года (от 53 до 106 ккал/ч·м<sup>2</sup>). Расход наружного воздуха в этих цехах должен быть не менее 10 % от максимального воздухообмена.



Рис. I. Режимы работы системы кондициониро-  
вания воздуха

На I - d -диаграмме (рис. I) представлены процессы обработки наружного и рециркуляционного воздуха в камерах орошения кондиционеров, обслуживающих ткацкие цехи, в течение года. Буквами Н, П, У, С и К обозначены соответственно параметры воздуха наружного, приточного, в рабочей зоне, смеси наружного и рециркуляционного, после камеры орошения. В течение года установлены три основных режима работы систем. Первый режим работы систем характеризуется на I - d -диаграмме параметрами наружного воздуха с энталпийей  $I_H < I_K$ . В этом режиме наружный воздух смешивается с рециркуляционным и орошаемым водой воздухом в рабочей зоне цеха.