ГОССТРОЙ СССР
Г л а в п р о м с т р о й п р о е к т
СОЮЗСАНТЕХПРОЕКТ
Государственный проектный институт
САНТЕХПРОЕКТ
ЦНИИПРОМЗДАНИЙ

Утверждаю:
Главный инженер
ГПИ Сантехпроект
Ю.И.Шиллер

Рекомендации по выбору отопительно-рециркуляционных агрегатов АЗ-840

Москва 1981

gost.e-ecolog.ru

Рекомендации по выбору отопительно-рециркуляционных агрегатов разработаны в дополнение к "Рекомендациям по выбору и расчету систем воздухораспределения " серии А3-669.

При разработке Рекомендаций использованы материалы отчета институтов ЦНИИпромзданий, ВНИИкондиционер и ГПИ Сантехпроект по теме 0.74.08.05.08.И1 "Разработать образцы высокоэффективных отопительно-вентиляционных агрегатов большой производительности".

Рекомендации составлены ГПИ Сантехпроект (инж. Л.Ф. Моор) и ЦНИИпромзданий (кандидаты техн.наук Е.О.Шилькрот, М.Ю.Иваницкая).

Рекомендации имеют целью определение условий эффективного использования номинальной теплопроизводительности изготовляемых промышленностью отопительно-рециркуляционных агрегатов при соблюдении требований ГОСТ 12.1.005-76 к скорости и температуре воздуха рабочей зоны, а также обеспечение установки минимального числа агрегатов в помещении.

Все замечания и предложения по Рекомендациям просим направлять в ГПИ Сантехпроект по адресу: 105203, Москва, Нижняя Первомайская ул., д.46.

Рекомендации рассмотрены и одобрены Главпромстройпроектом Госстроя СССР.

© Государственный проектный институт Сантехпроект Главпромстройпроекта Госстроя СССР (ГПИ Сантехпроект), 1981

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

I.I. Отопительно-рециркуляционные агрегаты предназначены для отопления нагретым воздухом (в том числе дежурного отопления) помещений с производствами категорий Г и Д, технологический процесс в которых не сопровождается выделением пыли, в том числе и сельскохозяйственных производственных зданий, согласно п.I2 приложения 6 СНиП П-33-75, при соблюдении требований, предусмотренных п.п.4.70 и 4.7I СНиП П-33-75.

Основные показатели отопительно-рециркуляционных агрегатов, изготавливаемых промышленностью, приведены в табл. I.

I.2. Воздушное отопление агрегатами может осуществляться по одной из двух схем: путем подачи воздуха сверху наклонными струями в направлении рабочей зоны (рис.I) или путем подачи воздуха выше рабочей зоны горизонтальными струями ("сосредоточенная подача"), когда рабочие места находятся в зоне обратного потока воздуха (рис.2). При многорядной установке агрегатов рекомендуется встречная подача воздуха.

I.3. Наклонная подача воздуха предпочтительна, так как позволяет, как правило, более эффективно использовать номинальную теплопроизводительность агрегатов.

Сосредоточенная подача применяется, когда наклонной подачей не удается обеспечить требуемые ГОСТом I2.I.005-76 параметры воздуха рабочей зоны или когда номинальная теплопроизводительность агрегатов при наклонной подаче используется меньше, чем при сосредоточенной.

Лучшим считается решение, при котором число агрегатов будет наименьшим, но не менее двух (см.п.4.I7 СНиП П-33-75). Окончательный выбор следует обосновывать сопоставлением решений по приведенным затратам.

I.4. Расчетные параметры воздуха рабочей зоны следует принимать по ГОСТу I2.I.005-76:

в рабочей зоне скорость движения воздуха до 0,7 м/с

Таблица I

Основные показатели отопительно-рециркуляционных агрегатов, изготавливаемых промышленностью

Тип агрегата	Наименование показателей							
	Теплопроизводительность, Qном, тыс.ккал/ч	Избыточная температура подаваемого воздуха Δt_0 ном, °С	Производительность агрегата по воздуху L_0, м³/ч	Скорость движения воздуха на выходе из агрегата V_0, м/с	Расчетная площадь воздухораспределительного устройства F_0, м²	Мощность электродвигателя, кВт	Масса агрегата, кг	Стоимость агрегата, руб.
СТД-100	97	39	8,65	6,84	0,35	0,75	274	130
СТД-300 м	300	44	25	10,3	0,67	3	1104	450
СТД-300 п	300	44	25	10,3	0,67	2,2	790	450
АПВ-140	140	34,8	13,9	6,14	0,63	3	522	238
АПВ-190	190	35	18,8	7,1	0,73	3	780	300
АПВ-200	200	50	13,9	6,14	0,63	3	522	238
АПВ-280	280	51,7	18,8	7,1	0,73	3	780	300
АПВС-30	30	31,6	3,3	4,15	0,22	1,1	89	62
АПВС-40	39	34,8	3,9	2,84	0,38	1,1(1,5)	150	100
АПВС-50	50	52,8	3,3	4,15	0,22	1,1	89	62
АПВС-70	68,5	61	3,9	2,84	0,38	1,1(1,5)	150	100

Продолжение таблицы I

Тип агрегата	Наименование показателей							
	Теплопроизводительность $Q_{ном}$, тыс.ккал/ч	Избыточная температура подаваемого воздуха $\Delta t_{ном}$, °С	Производительность агрегата по воздуху $L_в$, тыс.м³/ч	Скорость движения воздуха на выходе из агрегата V_o, м/с	Расчетная площадь воздухораспределительного устройства F_o, м²	Мощность электродвигателя, кВт	Масса агрегата, кг	Стоимость агрегата, руб.
АПВС-80	80	40,2	6,9	3,I4	0,6I	I,5(3)	2I8	I25
АПВС-II0	II0	55,3	6,9	3,I4	0,6I	I,5(3)	2I8	I25
АО-4	4I,I	35	4	3,4	0,33	0,4	I90	I25 ориентировочно
АО-6,3	63,7	35	6,3	3,85	0,45	0,75	I70	I80
АО-I0	I00,5	35	I0	4,2I	0,66	0,8	260	220

Производство агрегатов типа АО планируется осуществлять с I98I г. Показатели для агрегатов СТД и АО приведены при теплоносителе вода с параметрами I50-70°С. Для агрегатов АПВ и АПВС даны экстремальные теплопроизводительности при воде с параметрами I30-70°С и паре давлением 3 кгс/м².

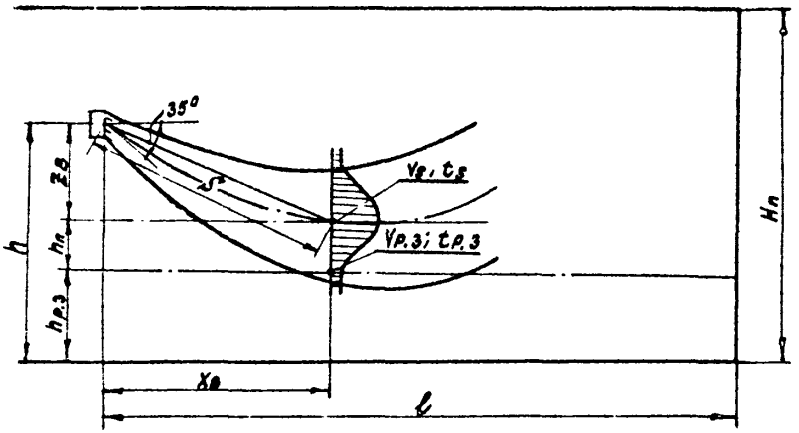


Рис.I. Схема подачи воздуха наклонными струями

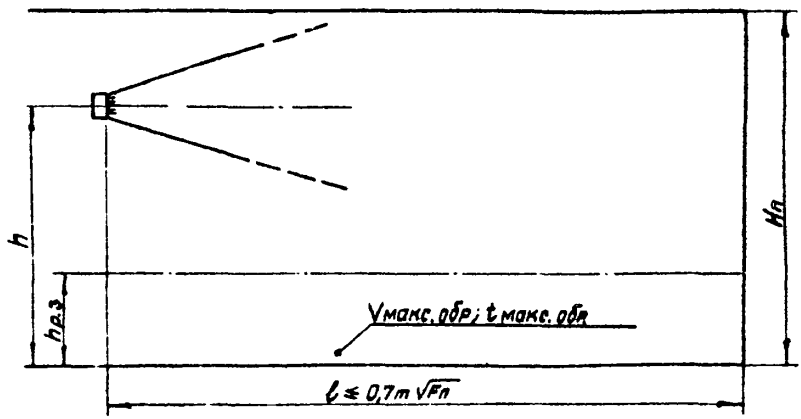


Рис.2. Схема подачи воздуха горизонтальными струями

(п.I.9 ГОСТа), разность температур до 6°С (табл.2 ГОСТа);

вне постоянных рабочих мест скорость движения воздуха не нормирована, а разность температур должна быть не более II°С (табл. 2 ГОСТа). Агрегаты следует располагать так, чтобы рабочие места находились на расстоянии не ближе ±I,5 м от вершины приточной струи в плане (Хв=0,635Н).

I.5. Данные по рекомендуемой области применения и высоте установки агрегатов сведены в табл. 2 для наклонной подачи воздуха и табл.3 для сосредоточенной подачи. Оценка области применения агрегатов проведена из условия полного использования их номинальной теплопроизводительности на основе расчетов воздухораспределения по методу ЦНИИпромзданий для наклонной подачи воздуха и материалов Рекомендаций серии АЗ-669 для сосредоточенной подачи.

Примечания: I. Скоростные и температурные коэффициенты для всех типов изготавливаемых промышленностью агрегатов, кроме СТД-300 М, приняты равными m =4,5; n =3,8. Для агрегатов СТД-300М m =6,6; n =4,5.

2. Наклонная подача воздуха принята под углом 35° к горизонту, что обеспечивает максимальную дальнобойность струи, и расчитана в следующем порядке:

а) определена геометрическая характеристика приточной струи

$$H = 5,45 \frac{m V_0 \sqrt[4]{F_0}}{\sqrt{n \Delta t_0}} ; \qquad (I)$$

б) найдены координаты вершины приточной струи

$$X_в = 0,63 H, \qquad (2)$$

$$Z_в = 0,3H; \qquad (3)$$

в) рассчитана длина помещения, на которой одним агрегатом обеспечивается эффективное воздухораспределение (из условия $\frac{X_в}{l} = 0,3 \div 0,5$)

$$l = I,58 H; \qquad (4)$$

Таблица 2

Область применения агрегатов при наклонной подаче воздуха

ℓ, м	h, м	Тип агрегата	Максимальные параметры воздуха в рабочей зоне	
			Δt, °С	V, м/с
9	4,4	АО-4	6	0,2
	4,5	АПВС-80	6	0,I
I2	4,8	АПВС-30	6	0,7
	4,9	АО-4*	II	0,4
	4,9	АО-6,3	6	0,3
	5,5	АО-I0	6	0,3
I5	5,5	АО-6,3*	II	0,4
I8	5,9	СТД-I00	II	I,7
	6	АПВ-I40	II	2,0
	6,2	АО-I0*	II	0,6
24	6,6	АПВ-I90	II	2,6
	7,2	СТД-I00*	II	I,6
36	9,3	СТД-300м	II	3,4
	9,3	СТД-300п*	II	3,4

*) Для отмеченных агрегатов следует заменить жалюзийную решетку (m =4,5, n =3,8), поставляемую в комплекте с агрегатом на конфузор и патрубок, направляющий струю подаваемого воздуха под углом до 35° к горизонту (рис.3). В этих случаях m =6,6; n =4,5.

Разрез 1-1

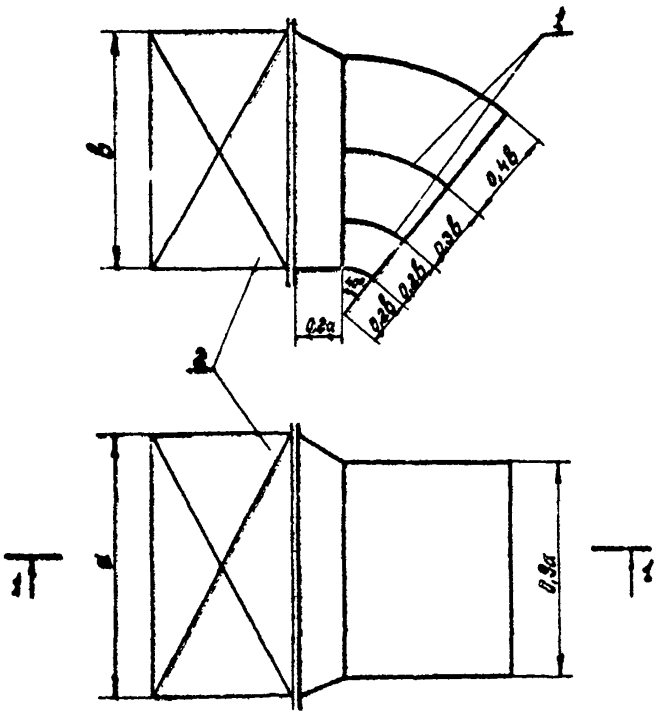


Рис.3. Схема воздухораспределительного устройства, устанавливаемого взамен жалюзийной решетки, а, в – по размеру калориферной установки

I – направляющие лопатки;

2 – калориферная установка агрегата

Таблица 3

Область применения агрегатов
при сосредоточенной подаче воздуха

ℓ, м	h, м	$F_п$, м^2	Тип агрегата	Максимальные параметры воздуха в рабочей зоне	
				Δt, °С	v, м/с*
до 15	3,3	20	АПВС-30	5	0,6-0,3
до 36	3,7	31	СТД-100	6	0,9-0,5
	4,9	90	СТД-300м	5,5	1,2-0,6
	5,7	150	СТД-300п	4,1	0,9-0,5
	4,4	65	АПВ-140	6	0,8-0,4
	4,9	95	АПЗ-190	4,5	0,8-0,4

*) Большее значение скорости движения воздуха соответствует максимальному значению коэффициента К в формуле (12), меньшее - минимальному в зависимости от числа агрегатов, устанавливаемых в один ряд.

г) определен путь струи от места истечения до вершины

$$S = 0{,}7\ H; \qquad (5)$$

д) рассчитаны максимальная скорость движения и избыточная температура воздуха на вершине приточной струи

$$v_S = \frac{m v_0 \sqrt{F_0}}{S}, \qquad (6)$$

$$\Delta t_S = \frac{n \Delta t_0 \sqrt{F_0}}{S}; \qquad (7)$$

е) сопоставлены полученные значения v_S и Δt_S с нормируемыми величинами скорости движения и температуры воздуха рабочей зоны.

Если $v_{норм} < v_S$ или $\Delta t_{норм} < \Delta t_S$

то определено необходимое значение превышения $h_п$ вершины струи над уровнем рабочей зоны из формул

$$v_{норм} = v_S e^{-74{,}4\left(\frac{h_п}{S}\right)^2}, \qquad (8)$$

$$\Delta t_{норм} = \Delta t_S e^{-37{,}2\left(\frac{h_п}{S}\right)^2}, \qquad (9)$$

или по рис.4;

ж) принято большее из полученных значений $h_п$ (но не более $h_п$ =I м) и определена высота установки агрегата над уровнем пола

$$h = h_{р.з} + h_п + Z_з. \qquad (10)$$

3. Сосредоточенная подача воздуха рассчитана по следующим зависимостям:

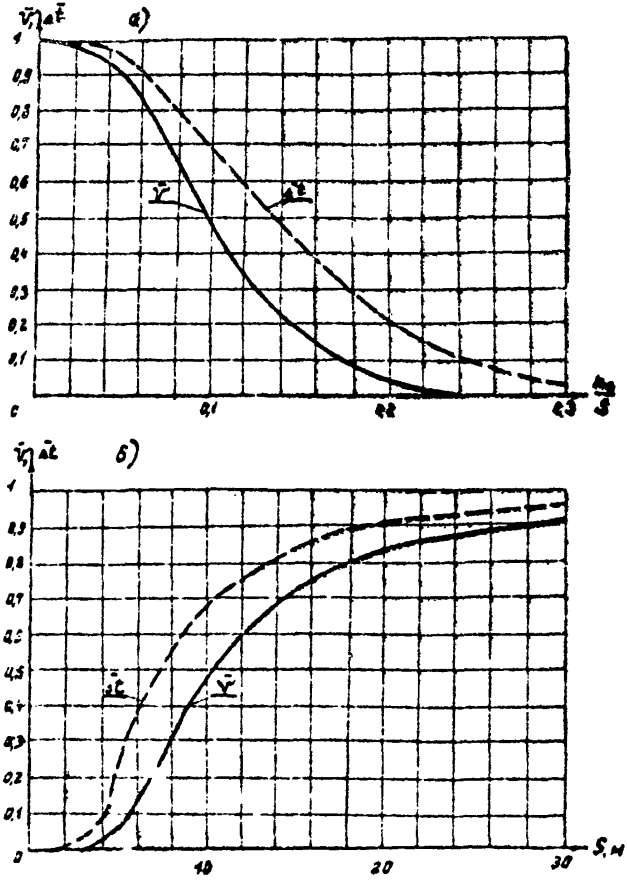


Рис.4. Графики для определения скорости движения ($\bar{v} = \frac{v_{рз}}{v_s}$) и температуры воздуха ($\bar{\Delta t} = \frac{\Delta t_{рз}}{\Delta t_s}$) в струе на границе рабочей зоны: а) при любой h_n; б) при h_n = 1 м

а) допустимая избыточная температура подаваемого воздуха

$$\Delta t_0 = 1300 \frac{v_c^2 \sqrt{F_0}}{m_n F_n}; \qquad (11)$$

б) максимальная скорость движения и избыточная температура воздуха в рабочей зоне (в обратном потоке)

$$v_{\text{макс.обр.}} = K v_0 \sqrt{\frac{F_0}{F_n}}; \qquad (12)$$

где K=1,3 - 0,65 принимается по табл. 8 Рекомендаций серии А3-669 или определяется по формуле $K = 1,34 - 0,04N$ Здесь N - число агрегатов в ряду. При $N > 16$ значение K следует принимать равным 0,65

$$\Delta t_{\text{макс.обр.}} = 1,4 \Delta t_0 \sqrt{\frac{F_0}{F_n}}; \qquad (13)$$

в) минимально-допустимая высота установки агрегата над уровнем пола

$$h = h_{р.з} + 0,3\sqrt{F_n}. \qquad (14)$$

2. ПОРЯДОК РАСЧЕТА

2.1. Для расчета необходимы следующие исходные данные:

а) размеры отапливаемого помещения (длина L_n, ширина B_n, и высота H_n);

б) удельная тепловая характеристика помещения (q, ккал/(м³. ч°С), рассчитанная из условия возмещения расхода тепла согласно п.3.3 СНиП П-33-75 с дополнительным введением коэффициента 1,1 при наклонной подаче и 1,25 при сосредоточенной подаче для всех агрегатов, кроме С ТД-300 м.

Для СТД-300м значение коэффициента всегда равно 1,1;

в) температура и скорость движения воздуха в рабочей зоне (v норм, м/с и $t_{р.з}$, °С) в соответствии с требованиями ГОСТа 12.1.005-76;

г) температура наружного воздуха $t_н$, °С

согласно п.4.9 г СНиП II-33-75 (расчетные параметры Б).

2.2. Расчет производится в следующем порядке:

а) назначаем длину зоны обслуживания агрегатом ℓ, исходя из размеров помещения, требуемых параметров воздуха в рабочей зоне и руководствуясь табл. 2 и 3;

б) принимаем предварительно ширину зоны обслуживания $b = \ell$ при наклонной подаче или при сосредоточенной подаче $b = \frac{2}{Hn} \left(\frac{\ell}{m}\right)^2$, но не более

$b = 3Hn$ для обеих схем подачи воздуха;

в) определяем объем ячейки помещения, обслуживаемой одним агрегатом $V = b \cdot \ell \cdot Hn$;

г) находим требуемую теплопроизводительность агрегата Q, пользуясь номограммой рис.5 по известным q, V, $t_{р.з}$ и $t_н$ или по формуле

$$Q = q\,V(t_н - t_{р.з})$$

и принимаем по ее величине предварительно тип агрегата;

д) сопоставляем требуемую теплопроизводительность с теплопроизводительностью агрегатов, рекомендуемых к применению для ячейки заданной длины по табл. 2 и 3, и принимаем окончательно тип агрегата;

е) если на номограмме рис. 5 точка пересечения вертикальной линии при заданной $t_н$ не совпадает с горизонтальной линией теплопроизводительности агрегата, то находим точку пересечения линии $t_н$ с линией теплопроизводительности принятого типа агрегата и далее при известном q определяем уточненную величину объема обслуживаемой ячейки V и размер b по формуле

$$b = \frac{V}{Hn\ell};$$

ж) определяем необходимое количество агрегатов

$N = \frac{Ln\,Bn}{\ell b}$ и, приняв ближайшее большее целое число агрегатов, корректируем ширину b. Допустимый диапазон изменения величины b при наклонной подаче

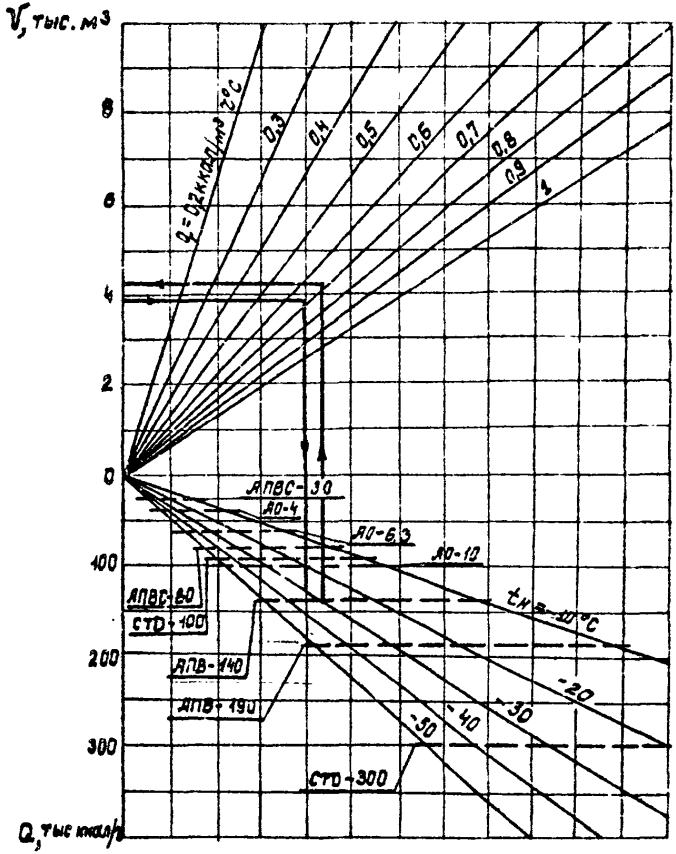


Рис.5. Номограмма для подбора отопительно-рециркуляционных агрегатов при $t_{р.з}$ = 16°С

$b = (0{,}5\text{-}2)\,\ell$;

в) выполняем окончательный расчет требуемой теплопроизводительности агрегата и температуры подаваемого агрегатом воздуха. Полученное при расчете значение температуры подаваемого агрегатом воздуха не должно превышаться в процессе эксплуатации.

3. П Р И М Е Р Ы

Пример I.

В цехе размером 84x36xI2 м (V =36288 м^3) осуществить отопление агрегатами. Скорость движения воздуха не нормирована. Температура воздуха в рабочей зоне $t_{р.з}$ =I6^{0}С. Температура наружного воздуха $t_н$ =-30^{0}С. Удельная тепловая характеристика помещения q=0,62 ккал/(м^3.ч ^{0}С) из условия возмещения расхода тепла.

Р е ш е н и е

Принимаем наклонную подачу воздуха и назначаем предварительно размеры зоны обслуживания помещения одним агрегатом

$$b = \ell = I8 \text{ м}$$

Определяем объем обслуживаемой ячейки

$$V = I8xI8xI2 = 3890 \text{ м}^3.$$

По номограмме рис.5 получаем

q=0,62xI,I=0,68 ккал/(м^3.ч.^{0}С) (согласно п.2.I.б)

$$Q = I22 \text{ тыс.ккал/ч.}$$

По табл. 2 принимаем агрегаты типа АПВ-I40, теплопроизводительность которых равна I40 тыс.ккал/ч.

По номограмме рис.5 уточняем объем ячейки помещения

$$V = 4480 \text{ м}^3.$$

Корректируем ширину зоны обслуживания

$$b = \frac{4480}{I2xI8} = 20{,}7 \text{ м}.$$

Определяем необходимое число агрегатов

$$N = \frac{36 \times 84}{18 \times 20,7} = 8,1 \text{ шт.}$$

Принимаем 10 агрегатов типа АПВ-140, высота установки которых в табл.2 принята равной $h = 6$ м.

В этом случае требуемая теплопроизводительность агрегата составит

$$Q = \frac{qV_n(t_н - t_{р.з})}{N} = \frac{0,68 \times 36288\ (-30-16)}{10} = 113500 \text{ ккал/ч.}$$

Избыточная температура подаваемого агрегатом воздуха

$$\Delta t_0 = \Delta t_{0.ном} \frac{Q}{Q_{ном}} = 34,8 \frac{113500}{140000} = 28,2^0\text{С.}$$

Использование номинальной теплопроизводительности каждого агрегата

$$\eta = \frac{Q}{Q_{ном}} = \frac{113500}{140000} = 0,81 .$$

С целью увеличения использования номинальной теплопроизводительности каждого агрегата принимаем по табл.2 для той же длины зоны обслуживания установку агрегатов типа АО-10. В этом случае $V = 3024$ м^3; $B = 14$ м; $N = 12$ шт.; $Q = 94600$ ккал/ч; $\Delta t_0 = 32,^0$С; $\eta = 0,94$.

Таким образом, предпочтительно применение 12 агрегатов типа АО-10.

Пример 2.

Требуется подобрать агрегаты для условий примера 1, если параметры воздуха рабочей зоны регламентированы. Категория работ - тяжелая. Скорость движения воздуха в рабочей зоне по п.1.9 ГОСТ 12.1.005-76 должна быть не более $v_{норм} = 0,7$ м/с, а температура по табл. 2 ГОСТа в пределах $t_{р.з} = 13-19^0$С.

Р е ш е н и е

Назначаем длину зоны обслуживания помещения одним агрегатом ℓ = I2 м.

Принимаем предварительно наклонную подачу воздуха и назначаем ширину зоны обслуживания

$$в = \ell = I2 \text{ м}.$$

Определяем объем обслуживаемой ячейки

$$V = I2 \times I2 \times I2 = I728 \text{ м}^3.$$

По номограмме рис.5 получаем для q =0,68 ккал/(м^3·°С)

$$Q = 54,I \text{ тыс.ккал/ч}.$$

По табл.I принимаем агрегаты типа А0-6,3, теплопроизводительность которых равна 63,7 тыс.ккал/ч.

По номограмме рис.5 уточняем объем ячейки помещения

$$V = 2040 \text{ м}^3.$$

Корректируем ширину зоны обслуживания

$$в = \frac{2040}{I2 \times I2} = I4,2 \text{ м}.$$

Определяем необходимое число агрегатов

$$N = \frac{36 \times 84}{I2 \times I4,2} = I7,7 \simeq I8 \text{ шт}.$$

Принимаем I8 агрегатов типа А0-6,3, высота установки которых по табл. 2 равна h =4,9 м.

Ширина зоны обслуживания

$$в = \frac{84}{6} = I4 \text{ м}.$$

Корректируем характеристики агрегата. Требуемая теплопроизводительность агрегата

$$Q = \frac{0,68 \times 36288 \ (-30-I6)}{I8} = 63060 \text{ ккал/ч},$$

где $t_{р.з.} = \frac{I3 + I9}{2} = I6^{\circ}С$.

Избыточная температура подаваемого агрегатом воздуха

$$\Delta t_в = 35 \frac{63060}{63700} = 34{,}6^{0}C.$$

Рассмотрим решение при сосредоточенной подаче воздуха. Предварительно назначаем максимально возможную длину зоны обслуживания $\ell = 36$ м. Исходя из условия обеспечения максимального значения $F_п$ по табл. 3 принимаем агрегат типа СТД-300 п. Так как в этом случае получается однорядная установка агрегатов, то их число определяем по формуле

$$N = \frac{H_п \ell_п}{F_п} = \frac{I2x84}{I50} = 7 \text{ шт.}$$

Требуемая теплопроизводительность агрегатов равна

$Q_п$=I,25x0,62x36288 (-30-I6)=I294000 ккал/ч,

где I,25 - коэффициент согласно п.2.I.б.

Следовательно, использование номинальной теплопроизводительности каждого агрегата составляет

$$\eta = \frac{Q_п}{N Q_{ном}} = \frac{I294000}{7 \text{ x } 300000} = 0{,}62 .$$

Сопоставляя полученные результаты мо о сделать вывод, что наклонная подача более эффективна для отопления данного цеха. Несмотря на то, что при наклонной подаче требуется установка большего числа агрегатов, расход тепла меньше и использование их номинальной теплопроизводительности больше

$$\eta = \frac{Q}{Q_{ном}} = \frac{63060}{63700} = 0{,}99$$

Пример 3.

Подобрать агрегаты для помещения с параметрами воздуха рабочей зоны, приведенными в примере 2, но при q=0,9I ккал/(м^3.ч.^{0}С), высоте цеха Нп=I0,5 м,

объеме цеха $V_п$ =I8 x 30 x I0,5 =5670 м^3 и температуре наружного воздуха $t_н$ = -40^{0}С.

В этом случае для наклонной подачи

$$V = I0 \times 9 \times 10,5 = 945 \text{ м}^3.$$

По номограмме рис. 4 при q = I,I x 0,9I = I получим Q =.52,9 тыс.ккал/ч.

По табл. 2 принимаем агрегаты типа АПВС-80 при ℓ =9 м.

Количество агрегатов

$$N = \frac{I8 \times 30}{9 \times I0} = 6 \text{ шт.}$$

Требуемая теплопроизводительность агрегатов

$Q_п$ = I,Ix0,9Ix5670 (-40-I6)= 3I7500 ккал/ч.

Использование номинальной теплопроизводительности каждого агрегата

$$\eta = \frac{3I7500}{6x80000} = 0,66 .$$

Для сосредоточенной подачи по табл.3 выбираем агрегаты типа АПВ-I90, устанавливая их в один ряд и принимая длину ячейки, обслуживаемой одним агрегатом, ℓ =30 м При этом

$$N = \frac{I8 \times I0,5}{95} = 2 \text{ шт;}$$

$Q_п$ = I,25x0,9Ix5670 (-40-I6) = 36I200 ккал/ч;

$$\eta = \frac{36I200}{2xI90000} = 0,95 .$$

Сравнение полученных результатов показывает, что в этом случае предпочтительно применение сосредоточенной подачи, при которой требуется значительно меньше агрегатов.

gost.e-ecolog.ru

Л-92367 Подп.к печ18/5-81г.Зак.703 Тир. 7300 п30 коп.
УПИ Сантехпроект, г. Москва, Н.Первомайская, 46