ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ИЗДЕЛИЯ И УЗЛЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

СЕРИЯ 1.494-37

ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ ТИП НРВ

ВЫПУСК 0

УКАЗАНИЯ ПО ВЫБОРУ И РАСЧЕТУ

Разработаны
Всесоюзным научно-исследовательским институтом гидромеханизации санитарно-технических и специальных строительных работ (ВНИИГС)

Директор института С.А. Чистович
Зам. директора по научной работе В.М. Зубков
Зав лабораторией Ю.И. Межаков
Зав сектором И.Л. Ганес

Утверждены
Постановлением
Госстроя СССР
от 7 февраля 1979 г № 5

~~Инв. N 15942-01~~
~~Цена 0-57~~

gost.e-ecolog.ru

ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ИЗДЕЛИЯ И УЗЛЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

СЕРИЯ 1.494-37

ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ ТИП НРВ

ВЫПУСК 0

УКАЗАНИЯ ПО ВЫБОРУ И РАСЧЕТУ

Разработаны
Всесоюзным научно-исследовательским институтом гидромеханизации санитарно-технических и специальных строительных работ (ВНИИГС)

Директор института С.А.Чистович
Зам. директора по научной работе В.М.Зубков
Зав лабораторией Ю.И.Межаков
Зав сектором И.Л.Ганес

Утверждены
Постановлением
Госстроя СССР
от 7 февраля 1979 г №5

Серия 1494-37 выпуск 0.

Содержание альбома

Наименование	Стр
Титульный лист	1
Содержание альбома	2
1. Условные обозначения расчетных величин	2
2. Общие положения	3
3. Конструктивные данные	4
4. Установка воздухораспределителей в помещении	6
5. Расчет и подбор воздухораспределителей	6
6. Примеры расчета	16

1 Условные обозначения расчетных величин

№№ п/п	Наименование	Обозначение	Единиц измер.
1	2	3	4
1	Расчетный диаметр подводящего воздуховода к воздухораспределителю	d_0	м
2	Расчетная площадь живого сечения выпускного патрубка воздухораспределителя	F_0	$м^2$
3	Площадь пола помещения, приходящаяся на один воздухораспределитель	$F_п$	$м^2$
4	Площадь пола, занятая оборудованием	$F_{об}$	$м^2$
5	Расстояние между воздухораспределителями	l	м
6	Расстояние от воздухораспределителя до рассчитываемого сечения по горизонтали	x	м
7	Расстояние от воздухораспределителя до рассчитываемого сечения по вертикали	y	м
8	Высота установки воздухораспределителя над уровнем пола	$h_{уст.}$	м
9	Высота помещения	$H_п$	м
10	Угол принудительного рассеивания струи	$\beta°$	—
11	Угол наклона струи к горизонту	$\alpha°$	—
12	Коэффициент, характеризующий интенсивность затухания скорости воздуха по длине приточной струи, отнесенный к скорости в выпускном сечении воздухораспределителя	m	без разм.
13	Коэффициент, характеризующий интенсивность затухания температуры по длине приточной струи, отнесенный к скорости в выпускном сечении воздухораспределителя	n	без разм.
14	Количество приточного воздуха подаваемого одним воздухораспределителем	Z_0	$\frac{м^3}{ч}$
15	Количество приточного воздуха, приходящееся на $1 м^2$ площади пола	$Z_{уд}$	$\frac{м^3}{м^2 ч}$
16	Количество воздухораспределителей	N	шт
17	Начальная скорость воздуха, отнесенная к расчетной площади F_0	V_0	$\frac{м}{с}$
18	Нормируемая скорость воздуха в рабочей зоне	$V_{норм.}$	$\frac{м}{с}$
19	Расчетная средняя скорость воздуха в рабочей зоне	$V_{рз}$	$\frac{м}{с}$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Лещинская		
Пров.		Ганес		
Зав. лаб.		Межаков		
Зам. дир.		Зубков		
Директор		Чистович		

НРВ „Д"

Воздухораспределитель тип НРВ
Указания по выбору и расчету

Лит	Лист	Листов
	1	16

МГСС СССР
Главное техническое управление ВНИИГС

Копировал. Сер-

Формат 12

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

1	2	3	4
20	Осредненный максимум скорости воздуха в рабочей зоне	$V_{р.з}^{макс}$	м/с
21	Скорость воздуха на оси струи в рассчитываемом сечении	V_x	м/с
22	Температура приточного воздуха на выходе из воздухораспределителя	t_0	°С
23	Максимальная (при подаче нагретого воздуха) или минимальная (при подаче охлажденного воздуха) температура на оси струи в рассчитываемом сечении	t_x	°С
24	Максимум температуры в рабочей зоне для систем кондиционирования	$t_{р.з}^{макс}$	°С
25	Минимум температуры в рабочей зоне для систем кондиционирования	$t_{р.з}^{мин}$	°С
26	Средняя температура в рабочей зоне по ГОСТ 12.1.005-76	$t_{р.з}$	°С
27	Нормируемая температура в рабочей зоне	$t_{нор.}$	°С
28	Разность температур между средней температурой рабочей зоны и приточного воздуха	$\Delta t_{р.з}$	°С
29	Максимальная разность температур на оси струи в рабочей зоне	Δt_x	°С
30	Расчетная разность между осредненной максимальной и средней температурой в рабочей зоне	$\Delta t_{р.з}^{макс}$	°С
31	Расчетная разность между средней и осредненной минимальной температурой в рабочей зоне	$\Delta t_{р.з}^{мин}$	°С
32	Суммарное расчетное количество избыточного тепла, приходящееся в теплый период года на 1 кв м площади пола	$Q_{уд}$	ккал/м²ч
33	Расчетные теплопотери, приходящиеся в холодный период года на 1 кв м площади пола	$Q_{тепл}$	ккал/м²ч
34	Расчетное количество избыточного тепла, поступающего в помещение от солнечной радиации, приходящееся на 1 кв м площади пола	$Q_в$	ккал/м²ч
35	Критерий Архимеда $\frac{11{,}1 V F_{об} t_{р.з}}{V_0^2 (275 + t_{р.з})}$ по параметрам на выпуске воздуха	$A_{г_0}$	безразм.
36	Относительная площадь оборудования в 1 модуле сетки колонн $\frac{F_{об}}{F_п}$	$\bar{F}_{об}$	безразм.
37	Относительная суммарная площадь живого сечения патрубков воздухораспределителя $\frac{\Sigma f_0}{F_п}$	$\bar{F}_0$	безразм.
38	Коэффициент местного сопротивления воздухораспределителя, отнесенный к скорости в живом сечении выпускного патрубка воздухораспределителя	ζ	безразм.
39	Коэффициенты воздухообмена $K_т = \frac{t_{ух} - t_0}{t_{р.з} - t_0}$ - для теплого периода года и $K_х = \frac{t_в - t_{ух}}{t_0 - t_{р.з}}$ - для холодного периода года	K	безразм.
40	Поправочный множитель, учитывающий стеснение струй, принимается по серии А5-363, м, 1978г.	$K_с$	безразм.
41	Относительная удельная тепловая мощность источников тепла: $\bar{Z} = 0{,}5$ при 2 источниках, $\bar{Z} = 0{,}2$ при 5 источниках, $\bar{Z} = 0{,}05$ при 20 источниках	$\bar{Z}$	безразм.

Примечание индексы "т" и "х" относятся соответственно к теплому и холодному периодам года.

2 Общие положения

2.1 Настоящие указания по выбору и расчету приколонных регулируемых четырех и двухструйных воздухораспределителей типа НРВ разработаны Всесоюзным научно-исследовательским институтом Гидромеханизации санитарно-технических и специальных строительных работ (ВНИИГС) Минмонтажспецстроя СССР. В указаниях приведены общие положения, конструктивное описание воздухораспределителей, способы их установки и данные для подбора и расчета на нормируемые параметры воздушной среды в рабочей (обслуживаемой) зоне производственных помещений. Типовые рабочие чертежи приколонных воздухораспределителей разработаны Государственным проектным институтом "Проектпромвентиляция" по серии 1.494-37. Конструкция приколонных воздухораспределителей разработана ВНИИГС и ГПИ Промстройпроект (Москва).

2.2 Настоящие указания распространяются на проектирование способа организации воздухообмена при установке приколонных регулируемых воздухораспределителей типа НРВ.

2.3 Под организацией воздухообмена подразумевается определение величины воздухообмена в теплый, переходный и холодный периоды года, размещение в помещениях приколонных воздухораспределителей, выбор их исполнения и расположения вытяжных устройств с учетом строительно-планировочной компоновки помещений, размещения постоянных рабочих мест, количества выделяющихся вредностей и технологической оснастки.

2.4 Воздухораспределители предназначены для установки в системах вентиляции, воздушного отопления, совмещенных системах вентиляции и воздушного отопления, а также в системах комфортного

и технологического кондиционирования воздуха производственных помещений.

2.5. НРВ предназначены для подачи приточного воздуха в рабочую зону

2.6 Конструкция воздухораспределителей позволяет осуществлять потребительское и сезонное (эксплуатационное) регулирование параметров воздушной среды в рабочей зоне путем изменения направления выпуска приточных струй от горизонтального ($\alpha = 0°$) до 30° вверх и до 45° вниз

2.7 В совмещенных системах вентиляции и воздушного отопления расчетный воздухообмен и температуры воздухораспределителей определяются для теплого периода года. В холодный и переходный периоды для экономии электроэнергии и тепла расчетный воздухообмен рекомендуется уменьшать на 1/3 и направлять приточный воздух вниз под углом 20–30°. Количество наружного воздуха в смеси должно быть достаточным для растворения вредных примесей, в том числе аэрозолей, масла и эмульсии, применяемых для охлаждения металлообрабатывающих станков.

2.8. Рекомендуется проектировать приточные вентиляционные системы, совмещенные с воздушным отоплением, с блокированными общим распределительным коллектором, обслуживаемым внутренними приточными установками. Этим создается необходимый резерв на случай выхода из строя одного вентилятора и обеспечивается равномерное снабжение приточным воздухом участков площади в холодный и переходный периоды года.

2.9. Устройство сосредоточенной вытяжки из верхней зоны с расположением одного вытяжного отверстия на 4 модуля сетки колонн либо рассредоточенной вытяжки с устройством вытяжного отверстия в каждом модуле не влияет на эффективность воздухораспределения.

2.10 Приведенные в указаниях типоразмеры воздухораспределителей рассчитаны, как правило, на обслуживание модулей цехов разного назначения с сеткой колонн от 9×9 м до 36×36 м.

2.11 Допускается установка воздухораспределителей для обслуживания прямоугольных участков площади пола с соотношением сторон до 1:2

2.12 В процессе эксплуатации для улучшения санитарно-гигиенического эффекта в теплый период года, при повышении температуры наружного воздуха сверх расчетной, рекомендуется направлять приточный воздух вниз под углом 20÷30°

3 Конструктивные данные

3.1 Воздухораспределитель тип НРВ (рис. 1,в) состоит из цилиндрического корпуса 1, имеющего присоединительный фланец 2 и двух (либо четырех) радиально расположенных прямоугольных патрубков с решетками 3, снабженными регуляторами направления воздушного потока. Внутри корпуса установлена диафрагма 4. Управление поворотом створок (ламелей) регулятора в вертикальной плоскости производится с пола тягами 5

3.2. Конструктивное исполнение воздухораспределителя предусматривает возможность установки регулирующих решеток типа РР (СТД-294) изготавливаемых Горьковским механическим заводом №1 треста „Сантехдеталь" с некоторыми конструктивными изменениями, приведенными в типовых рабочих чертежах воздухораспределителей НРВ.

3.3 Регулирующие решетки устанавливаются вертикально. Регуляторы расхода решеток РР использованы в качестве регуляторов направления приточных струй

3.4 Обозначения и основные параметры воздухораспределителей приведены в табл. 1

и технологического кондиционирования воздуха производственных помещений.

2.5. НРВ предназначены для подачи приточного воздуха в рабочую зону.

2.6 Конструкция воздухораспределителей позволяет осуществлять потребительское и сезонное (эксплуатационное) регулирование параметров воздушной среды в рабочей зоне путем изменения направления выпуска приточных струй от горизонтального ($\alpha = 0°$) до 30° вверх и до 45° вниз.

2.7 В совмещенных системах вентиляции и воздушного отопления расчетный воздухообмен и типоразмеры воздухораспределителей определяются для теплого периода года. В холодный и переходный периоды для экономии электроэнергии и тепла расчетный воздухообмен рекомендуется уменьшать на 1/2 и направлять приточный воздух вниз под углом 20÷30°. Количество наружного воздуха в смеси должно быть достаточным для растворения вредных примесей, в том числе аэрозолей, масла и эмульсии, применяемых для охлаждения металлообрабатывающих станков.

2.8 Рекомендуется проектировать приточные вентиляционные системы, совмещенные с воздушным отоплением сблокированными общим распределительным коллектором, обслуживаемым двумя-тремя приточными установками. Этим создается необходимый резерв на случай выхода из строя одного вентилятора и обеспечивается равномерное снабжение приточным воздухом участков площади в холодный и переходный периоды года.

2.9 Устройство сосредоточенной вытяжки из верхней зоны с расположением одного вытяжного отверстия на 4 модуля сетки колонн, либо рассредоточенной вытяжки с устройством вытяжного отверстия в каждом модуле, не влияет на эффективность воздухораспределения.

2.10 Приведенные в указаниях типоразмеры воздухораспределителей рассчитаны, как правило, на обслуживание модулей цехов разного назначения с сеткой колонн от 9×9 м до 36×36 м.

2.11 Допускается установка воздухораспределителей для обслуживания прямоугольных участков площади пола с соотношением сторон до 1:2.

2.12 В процессе эксплуатации для улучшения санитарно-гигиенического эффекта в теплый период года, при повышении температуры наружного воздуха сверх расчетной, рекомендуется направлять приточный воздух вниз под углом 20÷30°.

3 Конструктивные данные

3.1 Воздухораспределитель тип НРВ (рис. 11,2) состоит из цилиндрического корпуса 1, имеющего присоединительный фланец 2 и двух (либо четырех) радиально расположенных прямоугольных патрубков с решетками 3, снабженными регуляторами направления воздушного потока. Внутри корпуса установлена диафрагма 4. Управление поворотом створок (лопаток) регулятора в вертикальной плоскости производится с пола тягами 5.

3.2 Конструктивное исполнение воздухораспределителя предусматривает возможность установки регулирующих решеток типа РР (СТД-294) изготавливаемых Горьковским механическим заводом №1 трестом „Сантехдеталь" с некоторыми конструктивными изменениями, приведенными в типовых рабочих чертежах воздухораспределителей НРВ.

3.3 Регулирующие решетки устанавливаются вертикально. Регуляторы расхода решеток РР использованы в качестве регуляторов направления приточных струй.

3.4 Обозначения и основные параметры воздухораспределителей приведены в табл. 1.

Серия 1.494-3 Выпуск 0

4 Установка воздухораспределителей в помещении

4.1 В помещениях, как правило, воздухораспределители следует устанавливать у несущих колонн здания, либо у капитальных стенс встречным направлением выпуска приточных струй по диагоналям обслуживаемых квадратных участков площади помещения (рис 3)

4.2 Конструктивный ряд воздухораспределителей включает 12 типоразмеров: 6 двухструйных и 6 четырехструйных.

4.3 Для сокращения числа воздухораспределителей в помещении их следует, как правило, применять в 4-х струйном исполнении. Двухструйное исполнение применяется в случаях установки воздухораспределителей у стен, либо если [illegible] препятствуют свободному развитию приточных струй, угол раскрытия которых в горизонтальной плоскости β составляет около 90°.

4.4 Подвод приточного воздуха к воздухораспределителям из вентиляционной сети может производиться в зависимости от способа прокладки последней (в межферменном пространстве, либо в подпольных каналах) сверху либо снизу (рис. 4).

4.5 При проектировании вентиляционных сетей установка регуляторов расхода на ответвлениях к воздухораспределителям, как правило, не требуется.

4.6 Высота установки воздухораспределителя над полом принимается до 4-х метров, считая до оси решетки, при наличии требования о подаче воздуха в рабочую зону.

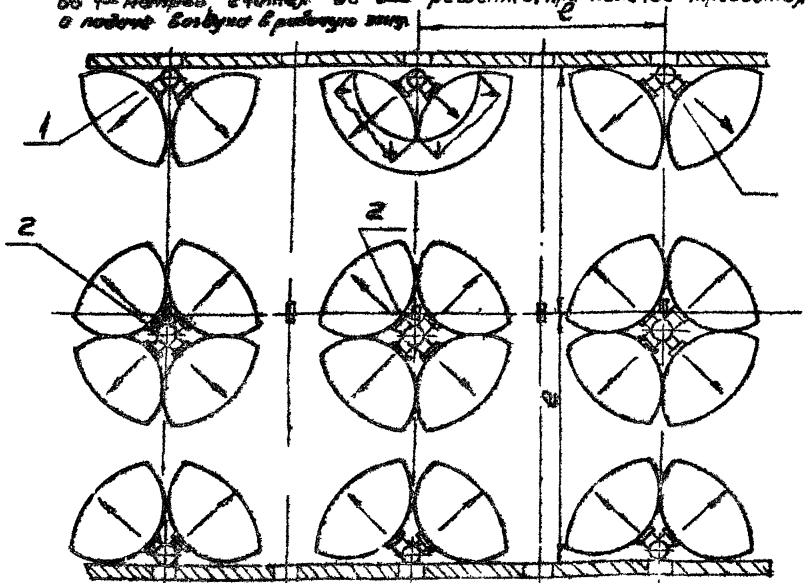

Рис 3

Схемы размещения 2-х и 4-х струйных воздухораспределителей типа НРВ.
1- двухструйный воздухораспределитель 2- 4-х струйный воздухораспределитель.

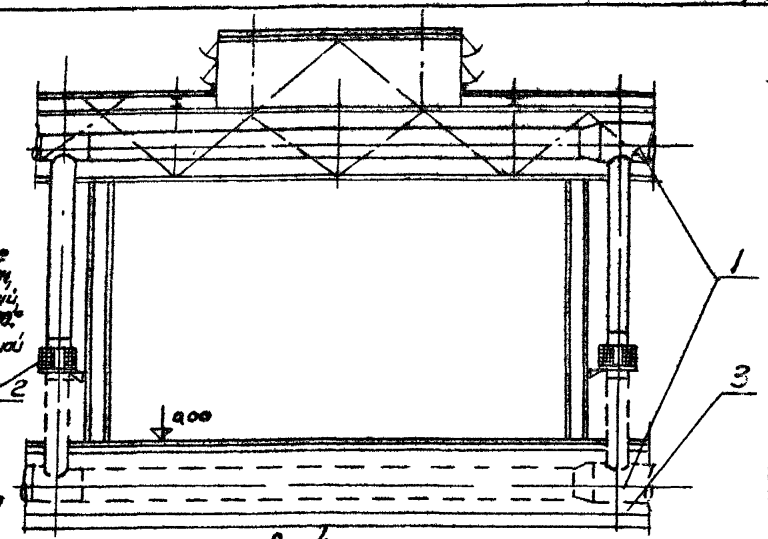

Рис 4

Схемы присоединения воздухораспределителей к магистральному воздуховоду
1- Магистральный воздуховод; 2- Воздухораспределитель,
3- Подпольный канал.

5. Расчет и подбор воздухораспределителей

5.1 Общие указания, аэродинамические характеристики воздухораспределителей и данные для выбора их размеров.

5.1.1 Проектирование воздухораспределения заключается в определении величины необходимого воздухообмена в теплый и холодный периоды года, количества и размеров воздухораспределителей, обслуживающих заданную площадь помещения.

5.1.2 Величина воздухообмена определяется для теплого периода года в зависимости от избыточных тепловыделений от оборудования и солнечной радиации, удельной тепловой мощности и суммарной площади источников тепла, расчетной температуры наружного воздуха, наличия в помещении подвесных конвейеров и высоты установки воздухораспределителя над уровнем пола

5.1.3 Метеорологические параметры воздушной среды в рабочей зоне помещения должны соответствовать требованиям санитарных норм

5.1.4 При проектировании совмещенных систем общеобменной вентиляции и воздушного отопления нормируемая температура в рабочей зоне принимается равной средней температуре в этой зоне

Изм	Лист	N докум	Подп	Дата	НРВД	Лист 5

Копировал Вл. Формат 12

5.15 При проектировании систем кондиционирования требуемая температура принимается равной $t_{р.з}^{max}$ и $t_{р.з}^{min}$ для систем кондиционирования

5.16 Коэффициенты m и n, характеризующие интенсивность затухания скорости и температуры по длине приточной струи и коэффициент местного сопротивления, отнесенные к скорости в сечении выпуска, приведены в табл 2

Таблица 2

Коэффициенты при $\alpha = 0 - 30°$		
m	n	ξ_n
2,0	1,6	3,0

5.17 Затухание скорости и разности температур на оси струи в теплый период года рассчитывается по формулам $V_x = f_0 m \frac{\sqrt{F_0}}{x} \cdot K_c$ (1) и $\Delta t_x = \Delta t_{р.з} \cdot n \frac{\sqrt{F_0}}{x} \cdot \frac{1}{K_c}$ (2) по рис 5, при $K_c = 1$.

5.18 Предварительный выбор NN воздухораспределителей в зависимости от заданной величины удельной воздушной нагрузки и размеров модуля сетки колонн, обслуживаемой площади помещения производится по табл 3

5.19 Траектория аэродинамической оси горизонтально выпущенной струи охлажденного воздуха, значения скорости и разности температур в точке пересечения оси струи с границей рабочей зоны определяются для теплого периода года при $\alpha = 0°$ по графикам (рис 5) Предварительно следует определить величину $\bar{y} = \frac{y}{A_{гот} \cdot \sqrt{F_0}}$. Координата точки входа холодной струи в рабочую зону $x = \bar{x}_0 \sqrt{F_0}$

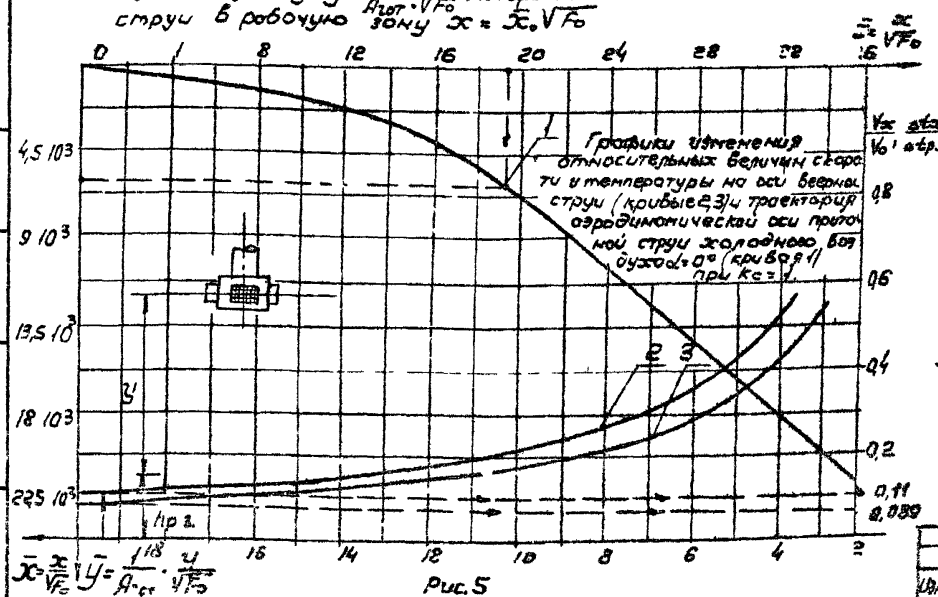

Рис. 5

Таблица 3

Размеры модуля сетки колонн $l \times l_м$	Обозначение воздухораспределителей: 2х струйных	4х струйных	Геометрические характеристики выпускного патрубка: F_0 м²	$\sqrt{F_0}$ м	Технические характеристики воздухораспределителей. Предельные значения параметров: Теплый период года: $L_{уд}$ м³/м²ч, макс	V_0 м/с, макс	Холодный и переходный периоды: $L_{уд}$ м³/м²ч, макс	V_0 м/с, макс
9×9	НРВ1В НРВ1Н	НРВ7В НРВ7Н	0,028	0,168	45	9,0	33	6,6
12×12	НРВ2В НРВ2Н	НРВ8В НРВ8Н	0,056	0,237	60	10,6	40	7,0
18×18	НРВ5В НРВ3Н	НРВ9В НРВ9Н	0,112	0,334	60	12,7	40	8,1
	НРВ4В НРВ4Н	НРВ10В НРВ10Н	0,168	0,410	85	12,0	70	9,1
24×24	НРВ4В НРВ4Н	НРВ10В НРВ10Н	0,168	0,410	51	12,0	40	9,1
	НРВ5В НРВ5Н	НРВ11В НРВ11Н	0,252	0,50	81	12,0	65	10
30×30	НРВ5В НРВ5Н	НРВ11В НРВ11Н	0,252	0,50	52	12,0	40	10
	НРВ6В НРВ6Н	НРВ12В НРВ12Н	0,336	0,58	70	13,0	55	10
36×36	НРВ6В НРВ6Н	НРВ12В НРВ12Н	0,336	0,58	50	13,0	40	10

5.1.10 Допустимое снижение количества приточного воздуха в холодный период года по сравнению с расчетным количеством воздуха в теплый период года ограничивается условием $A_{гот} \leq 0{,}0055$ и $\Delta t_{р.з}^{доп.} \leq 45 - t_{р.з}$.

5.1.11 При проектировании воздухораспределения заданными являются следующие величины:
Для теплого периода года $Q_{уд.т}$, $Q_{уд}$, $F_{сб}$, $\bar{z}$, t_0, $t_{нор}$, $V_{р.з}^{макс}$
Для холодного периода года $Q_{уд.т}$, $F_{сб}$, $\bar{z}$, $t_{р.з}^{min}$, $t_{нор}$, $V_{р.з}^{макс}$

5.2 Схема расчета при проектировании совмещенных систем общеобменной вентиляции и воздушного отопления

5.2.1 Задаваясь значением $K_т = 1$, при $\Delta t_{р.з} = t_{нор} - t_0$ определяется предварительная величина $L'_{уд.т}$ по формуле

$$L'_{уд.т} = \frac{Q_{уд}}{0{,}29(t_{нор} - t_0)} \frac{м^3}{м^2 ч} \quad (3)$$

5.2.2 По номограмме на рис. 6 при заданных по проекту значениях $Q_{уд.т}$, $Q_в$, $\bar{z}$, $F_{сб}$, и $L_{уд.т}$ находится $K'_т$

Серия 1.494-37 Выпуск 0

Инв N подл | Подп и дата | Взам инв N | Инв N дубл | Подп и дата

Изм	Лист	N докум.	Подп.	Дата	НРВ. Д	Лист 6

Копировал: Ю

Формат 12

5.2.3 Находим новую величину $\mathcal{L}''_{удт}$ с учетом $K'_т$

$$\mathcal{L}''_{удт} = \frac{Q_{уд}}{0{,}29(t_{нор}-t_0)K'_т} \quad \frac{м^3}{м^2 ч}$$

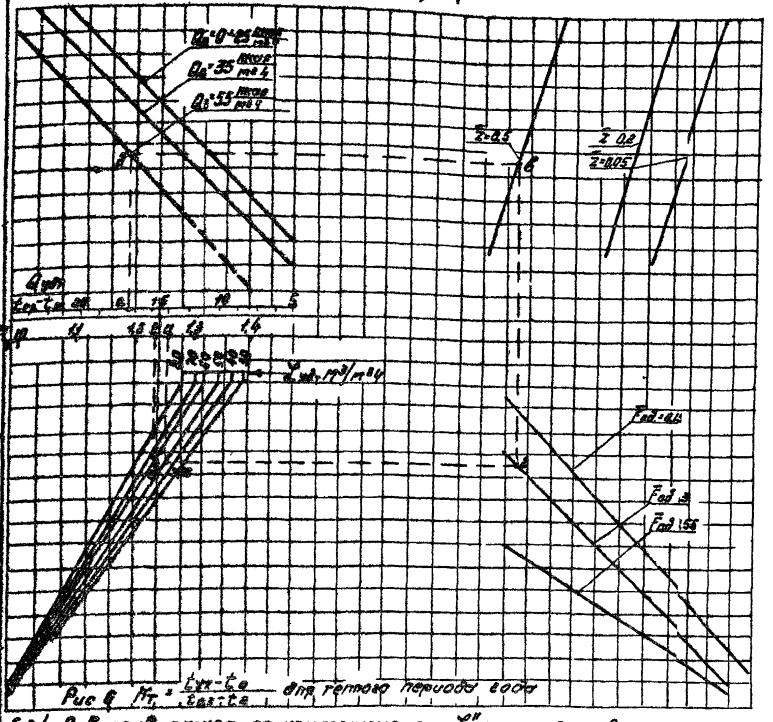

Рис 6 $K_т = \frac{t_{ух}-t_0}{t_{вх}-t_0}$ для теплого периода года

5.2.4 Повторив расчет по номограмме при $\mathcal{L}''_{удт}$, находим величину $K_т$ и $\mathcal{L}''_{удт} = \mathcal{L}'_{удт} \cdot \frac{1}{K_т}$. Влияние отношения высоты установки воздухораспределителя к высоте помещения $\frac{h_{уст}}{H_п}$ оценивается по графику 2 рис 7.

5.2.5 Влияние установленных в верхней зоне помещения конвейеров оценивается в зависимости от $\frac{Q_в}{Q_{уд}}$ по графику 1 рис 7. При отсутствии конвейеров считать коэффициент $K_к = 1$.

5.2.6 По табл. 3 с учетом значения $\mathcal{L}_{уд\ расч}$ выбираются типоразмеры воздухораспределителей, обслуживающих модули сетки колонн заданных размеров

$K_к$ - коэффициент, учитывающий установку подвесных конвейеров в верхней зоне помещения

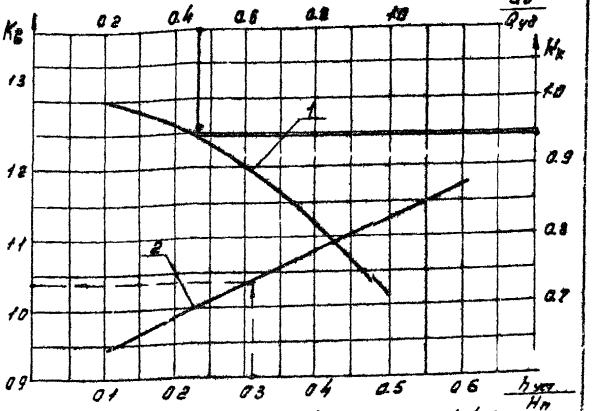

Рис 7 График для определения коэффициентов $K_к$ - кривая 1; $K_в$ - кривая 2

5.2.7 $V_0 = \frac{\mathcal{L}_{уд\ расч}}{3600 F_0}$ м/с

5.2.8 Критерий Архимеда для теплового периода года

$$A_{z\,от} = \frac{11{,}1\sqrt{F_0}\cdot\Delta t_{рв}}{V_0^2(273+t_{р3})}$$

5.2.9 Вычисляется параметр $\bar{y}$, по кривой 1 (рис 5) находим $\bar{x}$ и определяется x

5.2.10 По формулам (1) и (2) или кривым 2 и 3 (рис 5) вычисляется V_x и Δt_x. По рис 9 определяется $\frac{V_{р3}}{V_0}$ и $V_{р3}$

5.2.11 При переходе на воздушное отопление количество приточного воздуха может быть уменьшено примерно на 1/3 от расчетного для теплого периода. Вычисляется скорость выпуска V_0 и из условия $A_{z\,max} \le 0{,}0055$ определяется допустимый перегрев приточного воздуха

$$\Delta t_{р\,з.х}^{доп} = \frac{0{,}0055\,V_0^2(273+t_{р3})}{11{,}1\sqrt{F_0}} \le 45 - t_{р3}$$

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	НРВ. Д	Лист 7

Копировал. Формат

5.2.12 При заданных по проекту значениях $\bar{F}_{об}$ и $\bar{z}$ и найденных значениях F_0 и $a_{уд}$ по номограмме (рис 12) находим значение K_x

5.2.13 При известном $L_{уд}$ и $Q_{тепл}$ определяем

$$\Delta t_{ух_x} = \frac{Q_{тепл}}{0.288\, L_{уд}}$$

5.2.14 Необходимый перегрев приточного воздуха равен $\Delta t_{рз_x} = \frac{\Delta t_{ух_x}}{K_x}$; необходимо соблюдать условие $\Delta t_{рз_x} \le 45 - t_{р.з}$, где $t_{р.з} = t_{мор}$

5.2.15 Температура приточного воздуха равна $t_{пр} = t_{мор} + \Delta t_{рз_x}$ По рис 14 определяется $\frac{V_{р.з}}{V_0}$ и соответственно $V_{р.з}$

5.3 Схема расчета при проектировании систем кондиционирования воздуха

5.3.1 Задаваясь значением $t_{р.з}^{макс}$, $Q_{уд}$; $B_в$, $\bar{z}$, $\bar{F}_{об}$ по номограмме (рис 8) определяется величина $L_{уд}$

5.3.2 При наличии в верхней зоне помещения конвейеров и в зависимости от высоты установки воздухораспределителей по графику (рис 7) с учетом отношения $\frac{B_в}{B_{уд}}$ и $\frac{h_{уст}}{h_п}$ уточняется расчетное количество приточного воздуха

$$L_{уд\,расч} = L_{уд} \cdot K_в \cdot K_к$$

5.3.3 По табл 3 в зависимости от $L_{уд\,расч}$ выбирают типоразмеры воздухораспределителей, обслуживающих модули сетки колонн заданных размеров.

5.3.4 Выполняется расчет согласно пунктам 5.2.7; 5.2.8, 5.2.9 и 5.2.10

5.3.5 По номограммам (рис 9-11) определяются характеристики $K_т = \frac{\Delta t_{ух}}{\Delta t_{р.з}}$; $\frac{\Delta t_{р.з}^{макс}}{\Delta t_{ух}}$; $\frac{\Delta t_{р.з}^{мин}}{\Delta t_{ух}}$; $\frac{V_{р.з}}{V_{в\,макс}}$; $\frac{V_{р.з}^{макс}}{V_0}$ и вычисляются значения $t_{р.з}$, $t_{ух}$, $t_{р.з}^{макс}$, $t_{р.з}^{мин}$, $V_{р.з}$ $V_{р.з}^{макс}$ для теплого периода года

5.3.6 В холодный и переходный период года количество приточного воздуха может быть уменьшено ≈ на 1/3 от расчетного для теплого периода, вычисляется при $L_{уд\,расч} = 0.67 L_{уд\,расч}$ скорость выпуска V_0 и из условия $A_{пол} \le 0.0055$ определяется допустимый перегрев приточного воздуха

$$\Delta t_{р.з_x}^{доп.} = \frac{0.0055 \cdot V_0^2 (273 + t_{р.з})}{11.1 \sqrt{F_0}} \le 45 - t_{р.з}^{мин}$$

5.3.7 Определяется $\Delta t_{ух_x} = \frac{Q_{тепл.}}{0.288\, L_{уд.расч.x}}$

5.3.8 По номограммам на рис. 12-15 при $L_{уд.расч.x}$ определяются характеристики

$\frac{\Delta t_{р.з}}{\Delta t_{р.з}^{макс}}$; $\frac{\Delta t_{р.з}^{мин}}{\Delta t_{ух}}$; $\frac{\Delta t_{р.з}^{макс}}{\Delta t_{ух}}$; $\frac{V_{р.з}^{макс}}{V_0}$ и

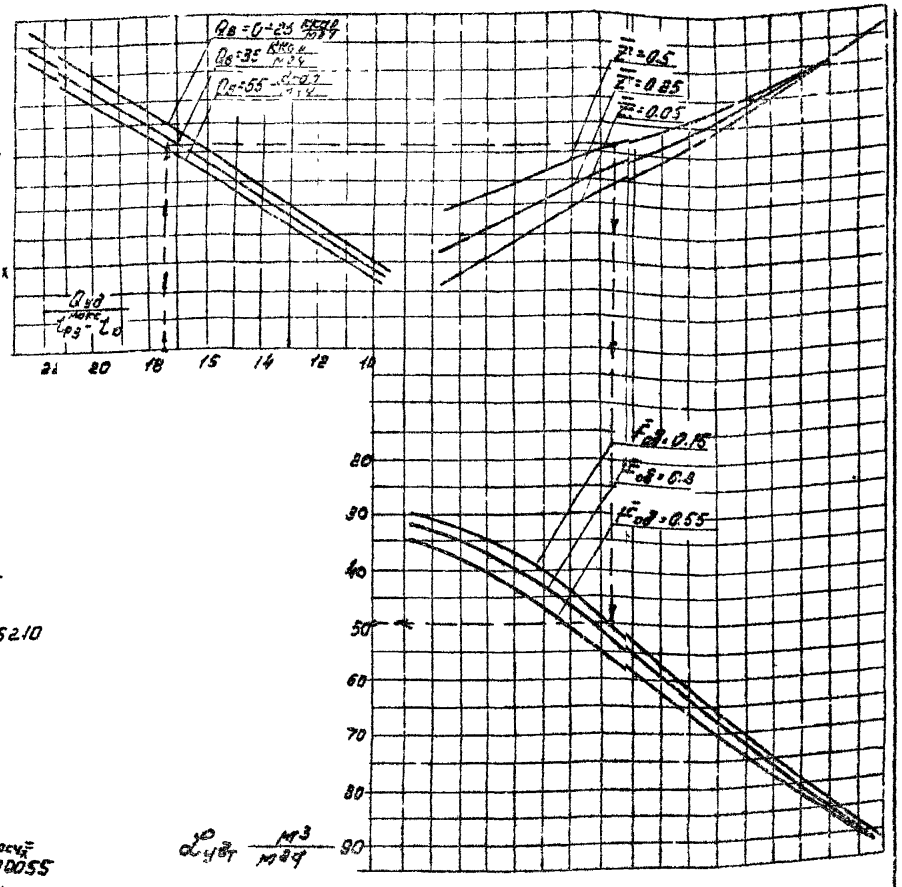

Рис 8 $L_{уд}$ для теплого периода года

вычисляются значения $t_{р.з}$; $t_{ух}$; $t_{р.з}^{макс}$; $t_{р.з}^{мин}$; $V_{р.з}$; $V_{р.з}^{макс}$; t_0

5.3.9 Результаты расчета сводятся в таблицу

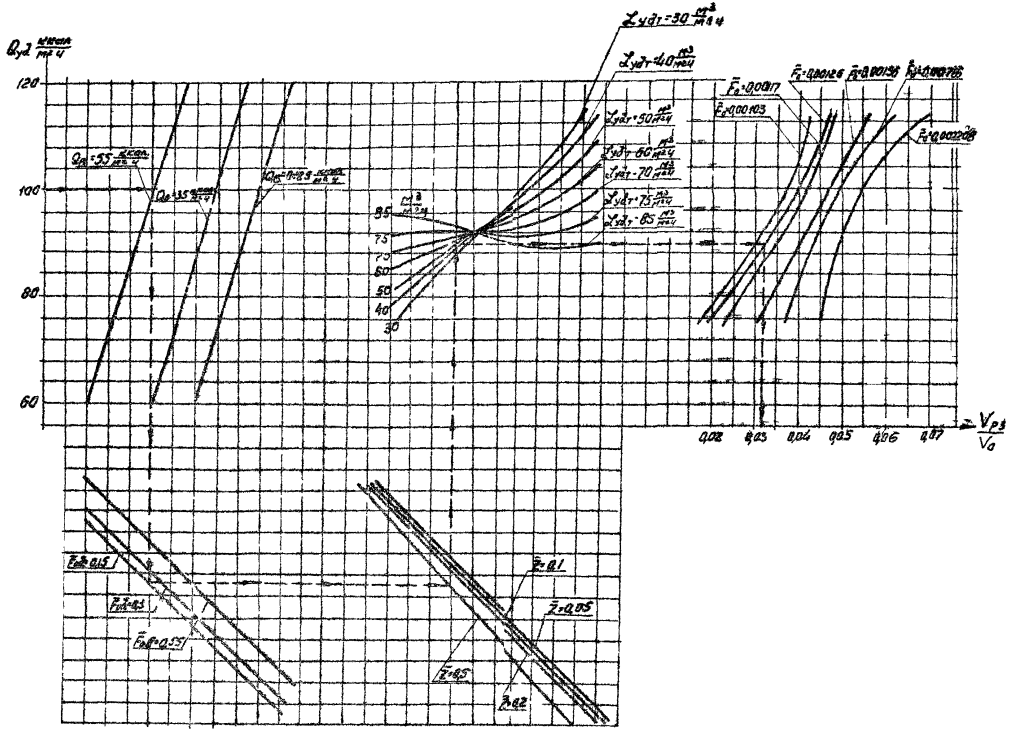

Рис 9. $\frac{V_{рз}}{V_o}$ для теплого периода года

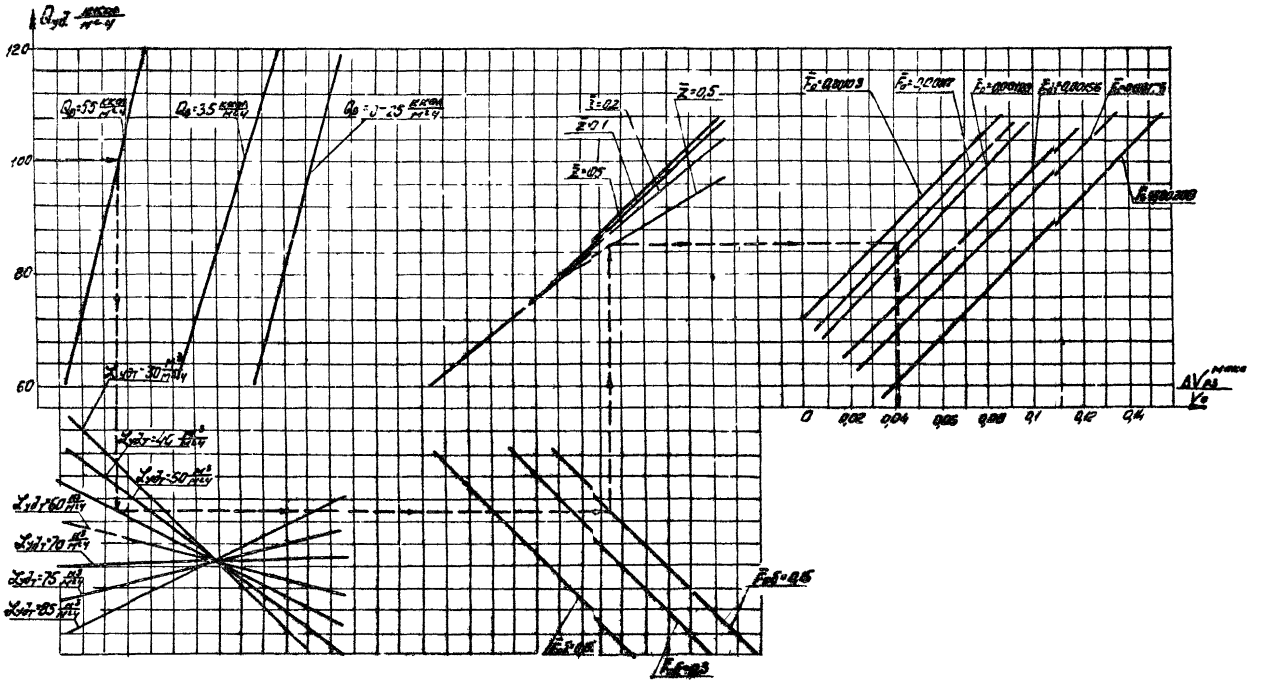

Рис 10 $\frac{\Delta V_{0,3}^{max}}{V_0}$ для теплого периода года

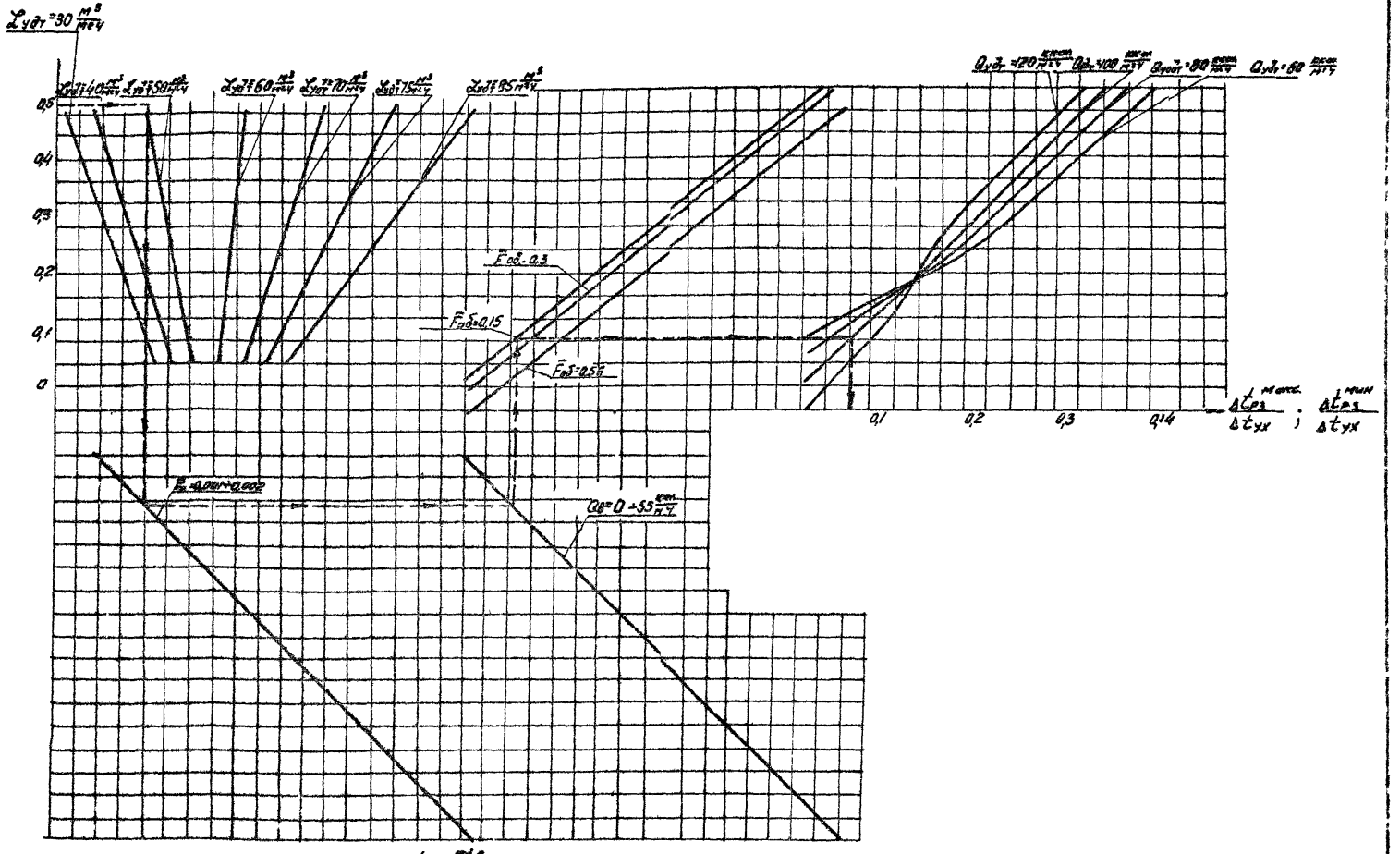

Рис. 11 $\frac{\Delta t_{р.з}^{max}}{\Delta t_{ух}}$ и $\frac{\Delta t_{р.з}^{min}}{\Delta t_{ух}}$ для теплого периода года

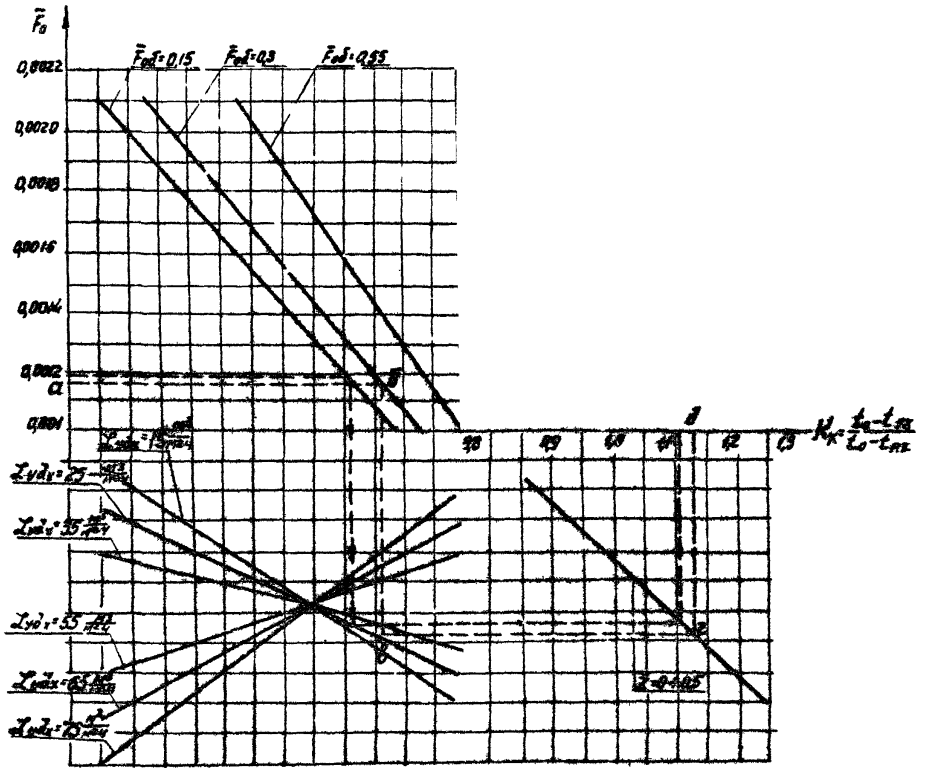

Рис 12 $K_x=\frac{\Delta t_{нк}}{\Delta t_{рз}}$ для холодного периода года

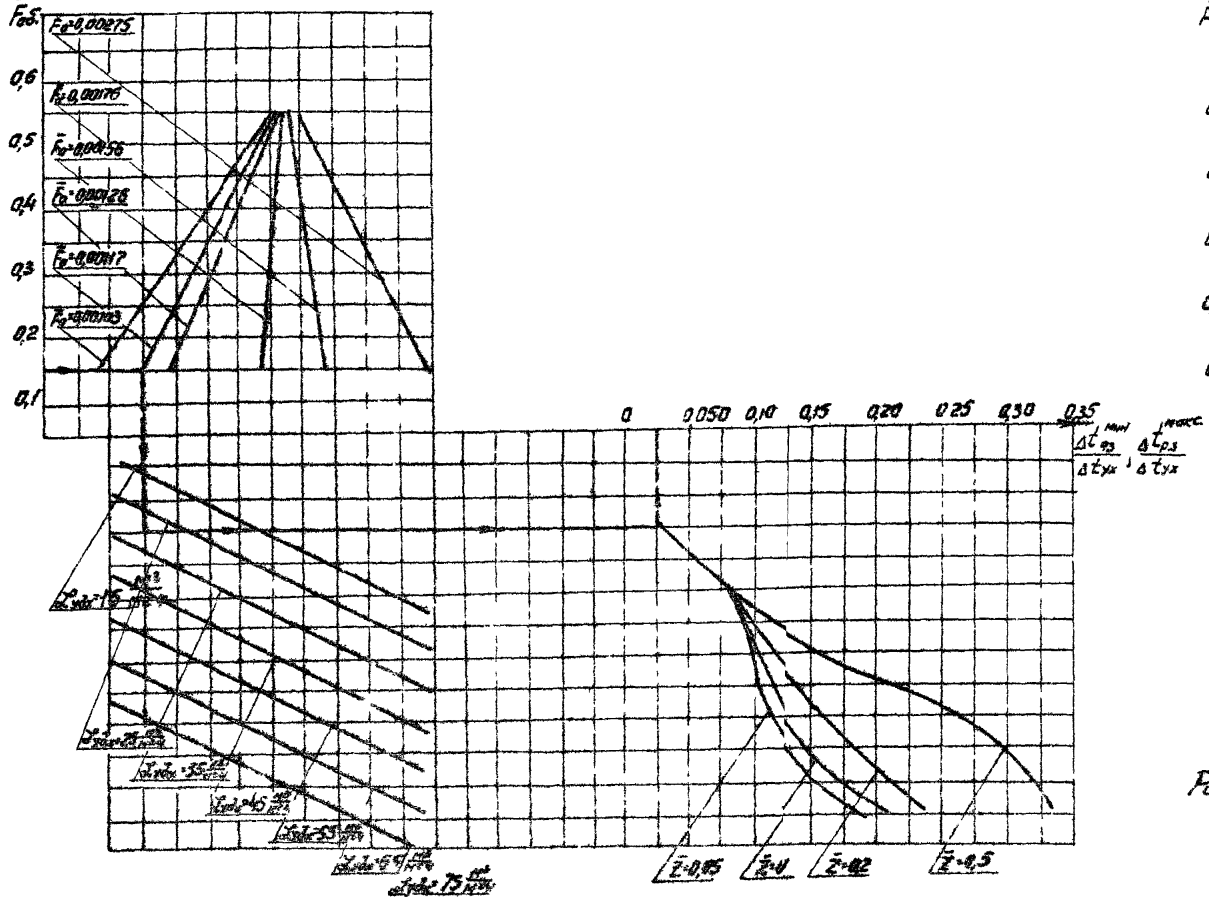

Рис 13 $\frac{\Delta t_{p3}^{min}}{\Delta t_{ух}}$; $\frac{\Delta t_{p3}^{макс}}{\Delta t_{ух}}$ для холодного периода года

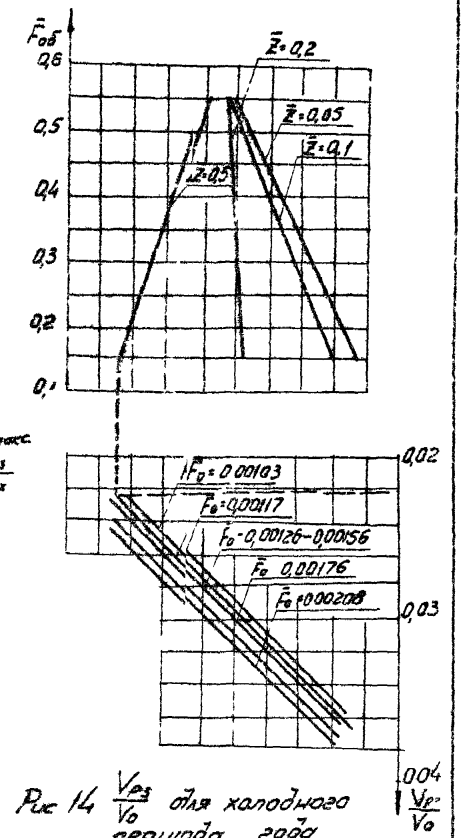

Рис 14 $\frac{V_{p3}}{V_0}$ для холодного периода года

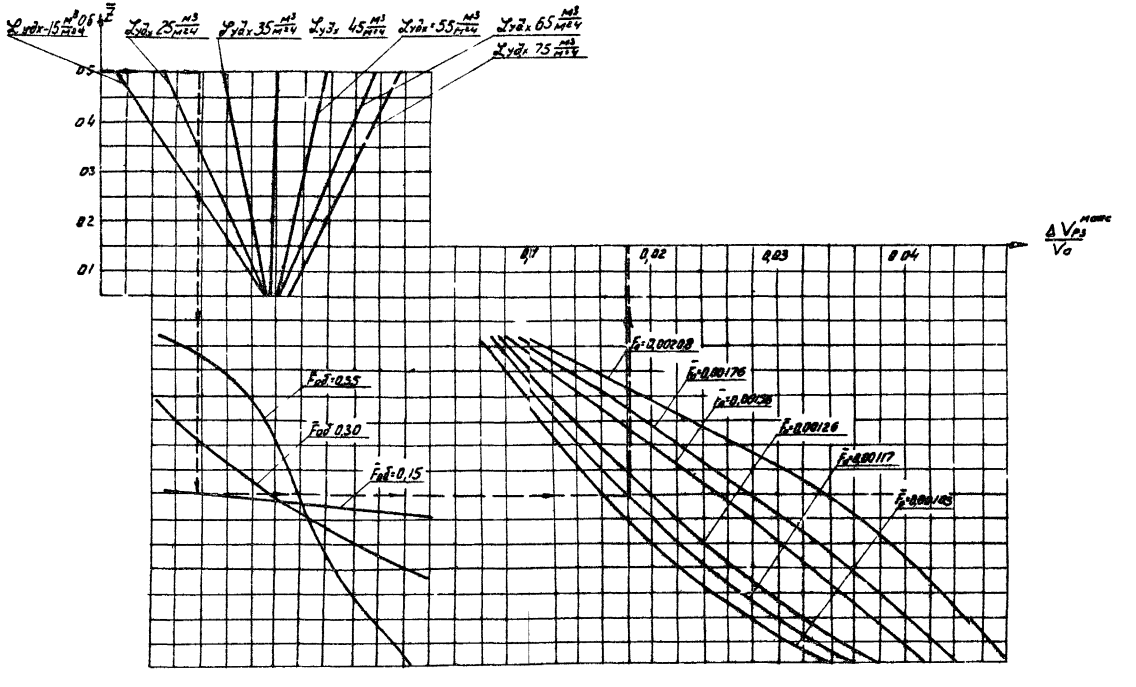

Рис 15 $\frac{\Delta V_{рз}^{макс.}}{V_0}$ для холодного периода года

Выпуск 0

Серия 1.494-37

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

6 Примеры расчета

6.1. Пример 1. Определить воздухообмен на 1 модуль 24×24 м, подобрать номера воздухораспределителей типа НРВ для совмещенной системы вентиляции и воздушного отопления цеха полной высотой 13 м при установке воздухораспределителей на высоте 4 м от пола. В верхней зоне цеха расположен подвесной конвейер. Избыточные тепловыделения в теплый период года $Q_{уд} = 120 \frac{ккал}{м^2 ч}$, в том числе от солнечной радиации $Q_в = 55 \frac{ккал}{м^2 ч}$, относительная тепловая мощность источников технологического тепла $\bar{Z} = 0,5$, относительная площадь оборудования $F_{об} = 0,3$, температура приточного воздуха $t_0 = 19,7°C$, расчетная температура наружного воздуха в теплый период $t_н = 24°C$. В холодный период года теплопотери равны $Q_{тепл} = \frac{127 ккал}{м^2 ч}$. Тепловыделения от технологического оборудования в холодный период года незначительны и поэтому в расчет не принимаются. Категория работ средней тяжести II б по ГОСТ 12.1.005-76.

Нормируемые параметры для теплого периода года $V_{р.з} = 0,3-0,7$, $t_{р.з} = t_н + 3° = 24+3 = 27°C$ для холодного периода $V_{р.з}$ не более $0,4 \frac{м}{с}$, $t_{р.з}^{мин} = 16°C$.

6.2 Решение

6.2.1 Теплый период года

6.2.1.1 По формуле (3) при $K_т = 1$; $K_в = 1$ $K_к = 1$; $L'_{уд т} = \frac{120}{0,29(27-19,7)} = 57 \frac{м^3}{м^2 ч}$

6.2.1.2 По номограмме на рис.6 при предварительном удельном расходе $L'_{уд т} = 57 \frac{м^3}{м^2 ч}$ (ломаная пунктирная линия а-б-в-г-д-е) $K_т = 1,24$ тогда $L'_{уд т} = 57 \cdot \frac{1}{1,24} = 46,0 \frac{м^3}{м^2 ч}$. Повторив расчет по номограмме (ломаная пунктирная линия а-б-в-г-ж-и) при $L'_{уд т} = 46,0 \frac{м^3}{м^2 ч}$, найдем окончательную величину $K_т = 1,265$ $L'_{уд т} = 57 \cdot \frac{1}{1,265} = 45 \frac{м^3}{м^2 ч}$

6.2.1.3 По кривой 1 на рис.7 при наличии конвейера в верхней зоне помещения и отношении $\frac{Q_в}{Q_{уд}} = \frac{55}{120} = 0,458$ поправочный коэффициент $K_к = 0,945$

6.2.1.4 По кривой 2 на рис 7 при установке воздухораспределителей на высоте 4 м от пола и $\frac{Q_{уст}}{Q_п} = \frac{4}{13} = 0,308$ поправочный коэффициент $K_в = 1,035$

6.2.1.5 По формуле (4) $L_{уд\ расч} = 45 \cdot 0,945 \cdot 1,035 = 44 \frac{м^3}{м^2 ч}$

6.2.1.6 По таблице 3 для размеров модуля сетки колонн 24×24 м при $L_{уд\ расч} = 44 \frac{м^3}{м^2 ч}$ принимаем к установке воздухораспределитель НРВ 10В $F_0 = 0,168 м^2$ $\sqrt{F_0} = 0,41 м$ производительностью $44 \times 576 = 25400 \frac{м^3}{ч}$ начальная скорость $V_0 = \frac{25400}{3600 \cdot 4 \cdot 0,168} = 10,5 \frac{м}{с}$.

6.2.1.7 Критерий Архимеда $A_{вых} = \frac{11,1 \sqrt{F_0} \cdot \Delta t_{р.з}}{V_0^2 (273 + t_{р.з})} = \frac{11,1 \cdot 0,41 \cdot 7,3}{10,5^2 (273+27)} = 1,0 \cdot 10^3$

6.2.1.8 Для определения скорости и температуры на аэродинамической оси холодной приточной струи вычисляем параметр $\bar{y} = \frac{1}{A_{гот}} \cdot \frac{y}{\sqrt{F_0}}$

при $y = 2,3$ и $\sqrt{F_0} = 0,41$ $\bar{y} = \frac{1}{A_{гот}} \cdot \frac{y}{\sqrt{F_0}} = \frac{10^3 \cdot 2,3}{1,0 \cdot 0,41} = 5,6 \cdot 10^3$

6.2.1.9. По рис 5 кривая 1 при $\bar{y} = \frac{1}{A_{гот}} \cdot \frac{y}{\sqrt{F_0}} = 5,5 \cdot 10^3$ находим $\bar{x} = \frac{x}{\sqrt{F_0}} = 18$, или $x = 0,41 \cdot 18 = 7,3 м$

6.2.1.10 Максимальная скорость в струе на границе рабочей зоны по формуле (1) или по кривой 2 (рис 5)

$V_x = V_0 m \frac{\sqrt{F_0}}{x} = 10,5 \cdot 2 \frac{0,41}{7,38} = 10,5 \cdot 0,11 = 1,16 м/с$

6.2.1.11 Перепад температур в струе на границе рабочей зоны по формуле 2 или по кривой 3 (рис 5)

$\Delta t_x = 1,6 \cdot 7,3 \frac{0,41}{7,38} = 0,65°C$, $t_x = t_{р.з} - \Delta t_x = 27 - 0,65 = 26,35°C$

6.2.1.12 По рис 9; $\frac{V_{р.з}}{V_0} = 0,034$, $V_{р.з} = 0,034 \cdot 10,5 = 0,36 \frac{м}{с}$

6.2.2 Холодный период года $Q_{тепл} = 127 \frac{ккал}{м^2 ч}$

6.2.2.1 Количество приточного воздуха сокращаем до 67% от расчетного для теплого периода $L_{уд\ расч} = 44 \cdot 0,67 = 29,5 \frac{м^3}{м^2 ч}$

6.2.2.2 Соответственно $V_0 = 10,5 \cdot 0,67 = 7,05 \frac{м}{с}$.

6.2.2.3. Допустимый перегрев приточного воздуха определяется из условия $A_{гох} = 0,0055$

$\Delta t_{р.з.х}^{доп} = \frac{4,0055 \cdot 7,05^2 (273+16)}{11,1 \cdot 0,41} = 17,5°C$

6.2.2.4 Для компенсации теплопотерь необходимый перепад между температурой приточного и уходящего воздуха составляет $\Delta t_{ух} = \frac{127}{29,5 \cdot 0,288} = 14,9°C$

6.2.2.5 По номограмме рис 12 при заданных $F_{об}$, $\bar{Z}$ и найденному $L_{уд\ х}$ и F_0 находим $K_х$ (ломаная пунктирная линия а-б-в-г-д), $K_х = 1,125$

6.2.2.6 Необходимый перегрев приточного воздуха составляет $\Delta t_{р.з} = \frac{\Delta t_{ух}}{K_х} = \frac{14,9}{1,125} = 13,2°C$, т.к. $\Delta t_{р.з} < 45 - 16 = 29°C$, то оставляем без изменения $L_{уд\ расч_х} = 29,5 \frac{м^3}{м^2 ч}$ при $\Delta t_{р.з} = 13,2$. Температуру приточного воздуха определяем по формуле $t_0 = t_{р.з} + \Delta t_{р.з} = 16 + 13,2 = 29,2°C$

6.2.2.7 По рис 14 $\frac{V_{р.з}}{V_0} = 0,024$, $V_{р.з} = 0,024 \cdot 7,05 = 0,17 \frac{м}{с}$

Сводные результаты расчета — Таблица 4

Расчетный параметр	Размерность	Периоды года: Теплый	Периоды года: Холодный
$L_{уд\ расч}$	$\frac{м^3}{м^2 ч}$	44	29,5
ΣL_0	$\frac{м^3}{ч}$ модуль	254010	17000
t_0	°C	19,7	29,2
$t_{ух}$	°C	29,15	14,4
$t_{р.з}$	°C	27	16
$t_х$	°C	26,35	—
$K_з$	без разм.	1,24	1,125
V_0	$\frac{м}{с}$	10,5	7,05
$V_х$	$\frac{м}{с}$	1,16	—
$V_{р.з}$	$\frac{м}{с}$	0,36	0,17
$A_{гр}$	без разм.	0,0011	0,00418

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	НРВ Д	Лист 15

Копировал. Вг. —

Формат 12

6.3. Пример 2. Подобрать воздухораспределитель, определить воздухообмен на один модуль 24×24м и рассчитать воздухораспределение для системы конвекционирования воздуха механического цеха полной высотой $H_п = 16м$ при установке воздухораспределителей на высоте $h_{уст} = 4м$ от пола. Размеры сетки несущих колонн 24×24м. В верхней зоне цеха подвесной конвейер отсутствует. Рабочие места не находятся в зоне прямого воздействия приточных струй (см. примечание 2 п.2 11 СНиП II-33-75). Дано: для теплого периода года $t_{нор} = 22,5°C$, допустимые отклонения температуры $\pm 0,5°C$; $V_x = 2V_{нор} = 1\frac{м}{с}$, $V_{нор} = 0,5\frac{м}{с}$, $Q_{уд\,т} = 100\frac{ккал}{м^2 ч}$, $Q_в = 55\frac{ккал}{м^2 ч}$, $\bar{z} = 0,5$, $F_{об} = 0,15$, $t_0 = 17,3°C$. Для холодного периода года $t_{нор} = t_{р3}^{мин} = 16°C$, $V_x = 0,7\frac{м}{с}$, $Q_{тепл} = 150\frac{ккал}{м^2 ч}$. Тепловыделения от технологического оборудования в холодный период в расчет не принимаются.

6.4. Решение

6.4.1 Теплый период года.

6.4.1.1 При $t_{р3}^{макс} = t_{нормн} + 0,5 = 23°C$, $\frac{Q_{уд\,т}}{t_{р3}^{макс} - t_0} = \frac{100}{23 - 17,3} = 17,5\frac{ккал}{м^2 °C}$, $Q_в = 55\frac{ккал}{м^2 ч}$, $\bar{z} = 0,5$, $F_{об} = 0,15$ по номограмме (рис. 8) находим $Z_{уд\,т} = 50\frac{м^3}{м^2 ч}$.

6.4.1.2 При отсутствии конвейера в верхней зоне $K_к = 1$.

6.4.1.3 При $\frac{h_{уст}}{H_п} = \frac{4}{16} = 0,25$ по кривой 2 (рис. 7) $K_в = 1$.

6.4.1.4 Расчетный воздухообмен на один модуль $Z_0 = 50 \times 576 = 28800\frac{м^3}{ч}$

6.4.1.5 По табл. 3 для модуля сетки колонн 24×24м при $Z_{уд\,т} = 50\frac{м^3}{м^2 ч}$ принимаем к установке воздухораспределитель НРВ 10 В $F_0 = 0,168м^2$, $V_0 = 0,41м$

6.4.1.6 Начальная скорость $V_0 = \frac{28800}{3600 \cdot 4 \cdot 0,168} = 11,9\frac{м}{с}$.

6.4.1.7 По номограмме (рис 6) определяем $K_т = \frac{\Delta t_{уж}}{\Delta t_{р3}} = 1,31$;

$\Delta t_{уж} = \frac{Q_{уд\,т}}{Z_{уд\,т} \cdot 0,288} = \frac{100}{50 \cdot 0,288} = 7°C$; $\Delta t_{р3} = \frac{\Delta t_{уж}}{K_т} = \frac{7}{1,31} = 5,3°C$; $t_{уж} = t_0 + \Delta t_{уж} = 17,3 + 7 = 24,3°C$

Проверяем ранее принятое значение $t_{нор} = 22,5°C$, $t_{р3} = t_0 + \Delta t_{р3} = 17,3 + 5,3 = 22,6°C$.

6.4.1.8. Для определения температуры на аэродинамической оси холодной приточной струи предварительно вычисляем параметр $\bar{y} = \frac{1}{Ar_0} \cdot \frac{y}{\sqrt{F_0}}$ при $y = 2,3$ и $\sqrt{F_0} = 0,41м$ $Ar_{0т} = \frac{11,1\sqrt{F_0}\,\Delta t_{р3}}{V_0^2(273 + t_{р3})} = \frac{11,1 \cdot 0,41 \cdot 5,3}{11,9^2(273 + 22,6)} = 0,000575$

$\bar{y} = \frac{1}{0,000575} \cdot \frac{2,3}{0,41} = 9800$.

6.4.1.9 По рис. 5 при $\bar{y} = 9800$ находим $\bar{X} = \frac{X}{\sqrt{F_0}} = 23,6$. Следовательно, ось струи пересекает рабочую зону на расстоянии $X = 23,6 \cdot 0,41 = 9,7м$.

6.4.1.10 Перепад температур в струе на границе рабочей зоны определяем по формуле (2) $\Delta t_x = n \cdot \Delta t_{р3} \cdot \frac{\sqrt{F_0}}{X} = 1,6 \cdot 5,3 \cdot \frac{1}{23,6} = 0,4°C$.

Минимальная температура оси струи на границе рабочей зоны $t_x = t_{р3} - \Delta t_x = 22,6 - 0,4 = 22,2°C$.

6.4.1.11 Отклонения по температуре соответствуют $\Delta t_{р3}^{макс} = t_{р3}^{макс} - t_{р3} = 23 - 22,6 = 0,4°C$, $\Delta t_{р3}^{мин} = t_x - t_{р3} = 22,2 - 22,6 = -0,4°C$

6.4.1.12 Максимальная скорость в струе на границе рабочей зоны определяется по формуле (1) $V_x = V_0 m \frac{\sqrt{F_0}}{X} = 11,9 \cdot 2 \cdot \frac{1}{23,6} = 1,0\frac{м}{с}$; $V_{норм} = 0,5V_x = 0,5\frac{м}{с}$

6.4.1.13 По номограмме (Рис. 9) $\frac{V_{р3}}{V_0} = 0,032$ средняя скорость в рабочей зоне $V_{р3} = 0,032 \cdot 11,9 = 0,38\frac{м}{с}$.

6.4.1.14 Осредненная максимальная скорость воздуха в рабочей зоне по Рис. 10 $\frac{\Delta V_{р3}^{макс}}{V_0} = 0,042$; $V_{р3}^{макс} = V_{р3} + 0,042V_0 = 0,38 + 0,042 \cdot 11,9 = 0,88\frac{м}{с}$.

6.4.1.15 По рис 11 $\Delta t_{р3}^{мин} = \Delta t_{р3}^{макс} = 0,5°C$ $t_{р3}^{мин} = 22,5 - 0,5 = 22,0°C$.

6.4.2 Холодный период года.

6.4.2.1 Количество приточного воздуха сокращаем до 67% от расчетного для теплого периода года.

$Z_{уд\,х} = 50 \cdot 0,67 = 33,5\frac{м^3}{м^2 ч}$.

6.4.2.2 Соответственно $V_0 = 11,9 \cdot 0,67 = 8,0\frac{м}{с}$.

6.4.2.3 Допустимый перегрев приточного воздуха определяется из условия $Ar_{0х} = 0,0055$, $\Delta t_{р3\,х} = \frac{0,0055 \cdot 8^2 \cdot (273 + 16)}{11,1 \cdot 0,41} = 22,35°C$.

6.4.2.4 Для компенсации теплопотерь необходимый перегрев приточного воздуха составляет: $\Delta t_{уж} = \frac{0,288 \cdot 33,5}{150} = 15,5°C$.

6.4.2.5 По номограмме (рис 12) $K_х = \frac{\Delta t_{уж}}{\Delta t_{р3}} = 1,1$; $\Delta t_{р3} = \frac{15,5}{1,1} = 14,1°C$.

6.4.2.6 По номограмме (рис 13) $\frac{\Delta t_{р3}^{мин}}{\Delta t_{уж}} = 0,0325$; $\Delta t_{р3}^{макс} = \Delta t_{р3}^{мин} = 0,0325 \cdot 15,5 = 0,5°C$.

$t_{р3}^{мин} = t_{р3}^{мин} + \Delta t_{р3}^{мин} = 16 + 0,5 = 16,5°C$, $t_{р3}^{макс} = t_{р3}^{мин} + \Delta t_{р3}^{макс} = 16,5 + 0,5 = 17°C$.

$t_{р3} = t_{р3}^{мин} + \Delta t_{р3} = 16,5 + 14,1 = 30,6°C$, $t_{уж} = t_0 - \Delta t_{уж} = 30,6 - 15,5 = 15,1°C$.

6.4.2.7 Критерий Архимеда

$Ar_{0х} = \frac{11,1 \cdot F_0 \cdot \Delta t_{р3}}{V_0^2(273 + t_{р3})} = \frac{11,1 \cdot 0,41 \cdot 14,1}{8^2(273 + 16,2)} = 0,00346 < 0,0055$

6.4.2.8 По номограмме (рис. 14) $\frac{V_{р3}}{V_0} = 0,022$; $V_{р3} = 8 \cdot 0,022 = 0,176\frac{м}{с}$.

6.4.2.9 По номограмме (рис. 15) $\frac{\Delta V_{р3}^{макс}}{V_0} = 0,0185$;

$V_{р3}^{макс} = V_{р3} + V_0 \cdot \frac{\Delta V_{р3}^{макс}}{V_0} = 0,16 + 8 \cdot 0,0185 = 0,308\frac{м}{с}$

6.4.2.10 Результаты расчета сведены в таблицу 5.

Таблица 5.

Расчетный параметр	Размерность	Периоды года: Теплый	Холодный
$Z_{уд}$	$\frac{м^3}{м^2 ч}$	50	33,5
ΣZ_0	$\frac{м^3}{ч}$ модуль	28800	19300
t_0	°C	17,3	30,6
$t_{уж}$	°C	24,3	15,1
$t_{р3}$	°C	22,6	16,5
$t_{р3}^{макс}$	°C	23,0	17,0
$t_{р3}^{мин}$	°C	22,0	16
t_x	°C	22,2	—
$K_э$	—	1,31	1,1
V_0	$\frac{м}{с}$	11,9	80
$V_{р3}^{макс}$	$\frac{м}{с}$	0,88	0,308
$V_{р3}$	$\frac{м}{с}$	0,38	0,176
V_x	$\frac{м}{с}$	1,0	—
Ar_0	—	0,000575	0,00346

Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата

НРВ Д

Лист 16

Копировал: Скер-

Формат: 12

Серия 1.494-37 выпуск 0.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

gost.e-ecolog.ru