ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ИЗДЕЛИЯ И УЗЛЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

СЕРИЯ 5.904-73.93

ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ С ПРОФИЛИРОВАННЫМИ ЛОПАТКАМИ ДЛЯ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ ПОДАЧИ ВОЗДУХА РЕГУЛИРУЕМЫЕ типа ВПЭСр

Выпуск 0

УКАЗАНИЯ ПО ВЫБОРУ И РАСЧЕТУ

gost.e-ecolog.ru

ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ИЗДЕЛИЯ И УЗЛЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

СЕРИЯ 5.904-73.93

ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ С ПРОФИЛИРОВАННЫМИ ЛОПАТКАМИ ДЛЯ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ ПОДАЧИ ВОЗДУХА РЕГУЛИРУЕМЫЕ типа ВПЭСр

Выпуск 0

УКАЗАНИЯ ПО ВЫБОРУ И РАСЧЕТУ

Разработаны:

АП „Проектпромвентиляция"

Технический директор П.А. Овчинников

Директор ТОО „Вентсервис" Л.Я. Баландина

УТВЕРЖДЕНЫ
Главным управлением проектирования и инженерных изысканий Госстроя России, письмо от 23.09.93 №9-3-2/202;
ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ АП Проектпромвентиляция с 01.12.93, приказ от 15.10.93 №293

Обозначение документа	Наименование	Стр.
5.904-73.93.0-ПЗ	Общие положения	2
5.904-73.93.0-ПЗ	Назначение и область применения	3
5.904-73.93.0-ПЗ	Описание конструкции	4
5.904-73.93.0-ПЗ	Величины, используемые при расчете, их условные обозначения.	5
5.904-73.93.0-ПЗ	Исходные данные для выбора и расчета	6
5.904-73.93.0-ПЗ	Порядок выбора и расчета	7
5.904-73.93.0-ПЗ	Расчетные таблицы	12
5.904-73.93.0-ПЗ	Примеры расчета	16

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	5.904-73.93.0			
Разраб.		Нашкова			Содержание	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Кригер				Р		1
Утв.		Баландина						
Н.контр.		Рычкова						
Утв.		Агафонов						

Копировал: Формат А4

1. Общие положения

1.1. Настоящая серия состоит из двух выпусков:
выпуск 0 – указания по выбору и расчету,
выпуск 1 – воздухораспределители,
рабочие чертежи

1.2. Выпуск 0 разработан по данным лабораторных и натурных испытаний, выполненных Ленинградским отделением Государственного проектного института „Проектпромвентиляция"

1.3. В „Указаниях по выбору и расчету ВПЭСр" приведены расчетные формулы, графики, номограммы, позволяющие определить параметры воздуха в месте внедрения струи в рабочую зону по заданным условиям на истечении с учетом влияния гравитационных сил и стеснения.

1.4. При входе струи ВПЭСр в рабочую зону максимальную скорость движения воздуха в струе следует принимать не более $v_{ск} = K \cdot v_{доп}$, где значения „K" принимаются в соответствии с таблицей 11 приложения 4„ Указаний А3-669"

1.5 В разделе 7 записки приведены расчетные таблицы ориентировочного подбора ВПЭСр для наиболее распространенных проектных вариантов воздухораспределения при обеспечении допустимых согласно ГОСТ 12.1.005-88 подвижностей воздуха в рабочей зоне ($v_{доп.} = 0{,}7$ м/с; $v_{доп} = 0{,}5$ м/с; $v_{доп.} = 0{,}3$ м/с при $k=2$) при $h_{р.з.} = 2$м

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	5.904-73.93.0-ПЗ			
Разраб.		Нашкова			Пояснительная записка	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Кригер				Р	1	16
Утв.		Баландина						
Н.контр.		Рычкова						
Утв.		Агафонов						

Копировал: Формат А4

5.904-73.93, выпуск 0

2. Назначение и область применения

2.1. ВПЭСр предназначен для раздачи наклонными струями больших количеств воздуха (10800...114500 м3/ч) из верхней зоны прозводственных помещений в направлении рабочей зоны системами вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха.

ВПЭСр целесообразно применять в цехах большого объема при относительно небольших кратностях воздухообмена ($K_p \leq 10$ 1/ч).

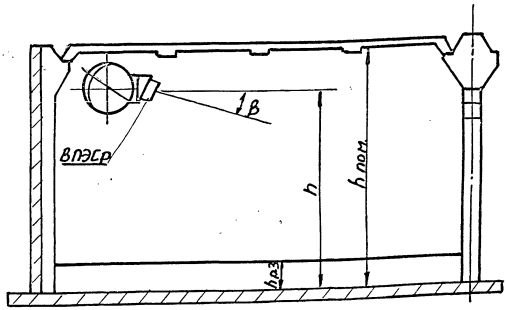
2.2. Для производственных помещений, в которых циркуляция воздуха обусловлена приточными струями, ориентировочное значение коэффициента воздухообмена K_t при расчете ВПЭСр может быть принято в пределах 0,95...1,1, либо определено расчетным путем по формулам, приведенным в „Указаниях" АЗ-669.

2.3. Расположение ВПЭСр и высота его установки определяются объемно-планировочными, технологическими и другими местными условиями с учетом целесообразности максимального сокращения протяженности магистральных воздуховодов.

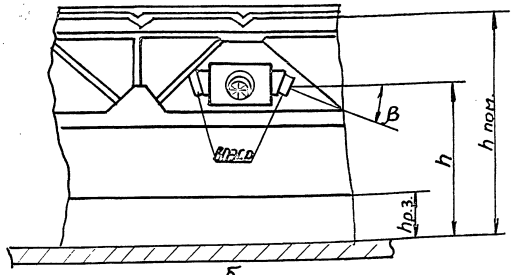
2.4. Предельные высоты установки ВПЭСр могут быть заданы в соответствии с данными таблиц 7.1...7.4.

2.5. ВПЭСр присоединительным патрубком может устанавливаться непосредственно на магистральном воздуховоде с одной или двух его сторон, или на специальной распределительной коробке с трех или четырех сторон (рис.2.1).

2.6. Крепление воздухораспределителей к строительным конструкциям производится аналогично креплению воздуховодов круглого сечения.



а



б

Рис. 2.1.

а. Установка ВПЭСр на воздуховоде

б. Установка ВПЭСр на распределительной коробке (выпуск воздуха на три стороны)

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

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	5.904-73.93.0-ПЗ.	Лист 2

Ц00112-01 4 Копировал: Формат: А3

3. Описание конструкции

3.1. Воздухораспределитель ВПЭСр (рис.3.1) состоит из поворотного цилиндрического патрубка 1, внутри которого установлен закручиватель с двенадцатью профилированными лопатками, и присоединительного патрубка 2.

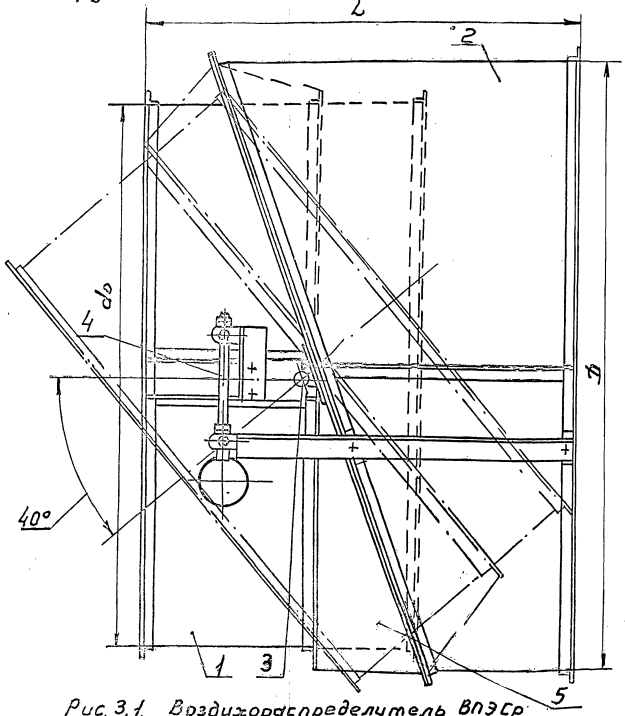


Рис. 3.1. Воздухораспределитель ВПЭСр

1. Патрубок поворотный.
2. Патрубок присоединительный.
3. Ось
4. Механизм поворота
5. Диафрагма.

Поворот патрубка 1 вокруг оси 3, проходящей через его центр тяжести, в пределах от 0° до 40°, осуществляется с помощью механизма поворота 4.

Уплотнение между поворотным и присоединительным патрубками обеспечивается диафрагмой 5.

3.2. Рабочие чертежи воздухораспределителей разработаны четырех размеров. Обозначение воздухораспределителей и основные конструктивные данные приведены в таблице 3.1

Таблица 3.1.

Обозначение	Размеры в мм			Масса, кг
	do	D	L	
ВПЭСр 8	800	1000	530	76,5
ВПЭСр 10	1000	1120	615	96,5
ВПЭСр 12,5	1250	1400	740	128
ВПЭСр 16	1600	1800	900	214

3.3. Изменение угла наклона поворотного патрубка ВПЭСр обеспечивает регулирование направления приточной струи и ее параметров в месте внедрения в рабочую зону.

3.4. Механизм поворота патрубка предусматривает возможность регулирования угла его наклона с пола при высоте установки до 10 м.

3.5. Коэффициент местного сопротивления

ВПЭСр зависит от угла наклона поворотного патрубка – β, численные значения которого приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

β, град.	0°	10°	20°	30°	40°
$\mathcal{Z}$, безр.	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9

Величина $\mathcal{Z}$ для промежуточных значений угла β находится линейным интерполированием.

3.6. Скоростной и температурный коэффициенты ВПЭСр не зависят от угла β, но являются переменными по длине струи величинами:

при $\frac{x}{\sqrt{F_0}} = 6 \div 30$; $m = 1,8 \ldots 2,8$; $n = 2,4 \ldots 3,3$.

При расчете следует пользоваться номограммой (рис. 6.1), позволяющей более точно определить m, n для конкретных условий.

4. Величины, используемые при расчете, их условные обозначения

Количество приточного воздуха, подаваемого в помещение в холодный и теплый периоды года, рассчитанное при проектировании с учетом коэффициента K_t – $L_1^{x,т}$, м³/ч

Количество приточного воздуха, подаваемого одним воздухораспределителем ВПЭСр – L_0, м³/ч

Расчетный диаметр патрубка ВПЭСр – d_0, мм

Расчетная площадь ВПЭСр – F_0, м²

Расстояние от ВПЭСр до рассчитываемого сечения по оси струи – x, м

Половина расстояния между ВПЭСр, установленными в ряд, или расстояние от ВПЭСр до ближайшего сплошного ограждения, параллельного оси струи – ℓ_1, м

Половина расстояния между двумя ВПЭСр при выпуске воздуха на одном уровне навстречу друг другу или расстояние до ближайшего встречного ограждения – ℓ_2, м

Условная площадь рабочей зоны, приходящаяся на один ВПЭСр – $F_{р.з} = 2\ell_1 \ell_2$, м²

Высота помещения – $h_{пом}$, м

Высота установки ВПЭСр от уровня пола – h, м

Высота рабочей зоны от уровня пола – $h_{р.з.}$, м

Начальная скорость движения воздуха, отнесенная к расчетной площади ВПЭСр – v_0, м/с

Максимальная скорость движения воздуха в рассчитываемом сечении приточной струи – v_x, м/с

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

Максимальная расчетная скорость движения воздуха в рабочей зоне – $v^{max}_{р.з.}$, м/с

Нормируемая скорость движения воздуха в рабочей зоне – $v_{норм.} = K \cdot v_{доп.}$, м/с

Температура приточного воздуха на входе в ВПЭСр. – t_0, °С

Максимальная (при подаче нагретого) или минимальная (при подаче охлажденного) температура воздуха в расчетном сечении приточной струи – t_x, °С

Температура воздуха в рабочей зоне – $t_{р.з.}$, °С

Нормируемая избыточная температура воздуха в рабочей зоне – $\Delta t_{норм.}$, °С

Избыточная температура приточного воздуха на входе в ВПЭСр – $\Delta t_0 = t_0 - t_{р.з.}$, °С

Избыточная температура воздуха в расчетном сечении струи ВПЭСр – $\Delta t_x = t_x - t_{р.з.}$ °С

Максимальная расчетная избыточная температура воздуха в рабочей зоне – $\Delta t^{max}_{р.з.}$, °С

Интенсивность затухания относительной величины избыточной температуры – $\frac{\Delta t_x}{\Delta t_0}_{безр.} = n \frac{\sqrt{F_0}}{x}$,

Интенсивность затухания относительной величины скорости – $\frac{v_x}{v_0}_{безр.} = m \frac{\sqrt{F_0}}{x}$,

Угол наклона геометрической оси поворотного патрубка ВПЭСр к горизонту – β, °

Коэффициент местного сопротивления, отнесенный к скорости в расчетном сечении ВПЭСр – ζ, безр.

Потери давления на проход воздуха через ВПЭСр – p, Па

Расчетное количество ВПЭСр – N, шт

Коэффициент стеснения – K_c, безр.

Коэффициент неизотермичности – $K_н$, безр.

Коэффициент перехода от требуемых скоростей движения воздуха к их максимальным значениям – K, безр.

Геометрическая характеристика струи ВПЭСр – H, м

Скоростной коэффициент ВПЭСр – m, безр.

Температурный коэффициент ВПЭСр – n, безр.

5. Исходные данные для выбора и расчета

5.1. Компоновочные, строительные и технологические решения с расположением оборудования и рабочих мест, по которым определяется положение рабочей зоны

5.2. Тепловые характеристики помещения для теплого и холодного периодов года.

5.3. Количество приточного воздуха для теплого и холодного периодов года ($L^т$ и $L^х$), рассчитан-

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

ное с учетом коэффициента воздухообмена K_t. Приближенное значение K_t может быть принято равным 0,95...1,1, либо определено в соответствии с „Рекомендациями" АЗ-669.

5.4 $\Delta t_0^{т}$, Δt_0^{x}, $V_{норм.}$ $t_{норм.}$

5.5. $V_{норм.}$ $t_{норм.}$ принимаются в соответствии с требованиями технологии и ГОСТ 12.1.005-88, СНиП 2.04.05-91

5.6 При расчете системы вентиляции и воздушного отопления на поддержание допустимых ГОСТ 12.1.005-88 метеорологических условий при работах средней тяжести IIа, IIб и тяжелой III, если люди находятся вне прямого воздействия приточной струи, принимается $K=2$, т.е. $V_x = 2V_{доп.}$ Для других условий коэффициент K принимается в соответствии с „Рекомендациями" АЗ-669 (приложение 4, таблица 11)

5.7. Установочные ограничения (рис. 5.1).

5.7.1. $2e_1 \le 3h_{пом.}$, $e_2 \le 5{,}2\,h_{пом.}$

5.7.2. $0{,}5x \le 2e_1 \le 2x$

$2x \le e_2 \le 4x$

5.7.3. $0° \le \beta \le 40°$

5.7.4. $h \le 0{,}85\,h_{пом.}$

Соблюдение установочных ограничений обеспечивает эффективное воздухораспределение без застойных зон и исключает взаимодействие приточных струй.

6. Порядок выбора и расчета.

6.1 По местным условиям с учетом установочных ограничений п.5.7.1 выбирается высота установки h и ориентировочное наименьшее количество ВПЭСр, которое может быть размещено в помещении, из условия, что площадь рабочей зоны, приходящейся на один воздухораспределитель

$$F_{р.з} = \frac{F_{пом.}}{N} = 2e_1 \cdot e_2$$

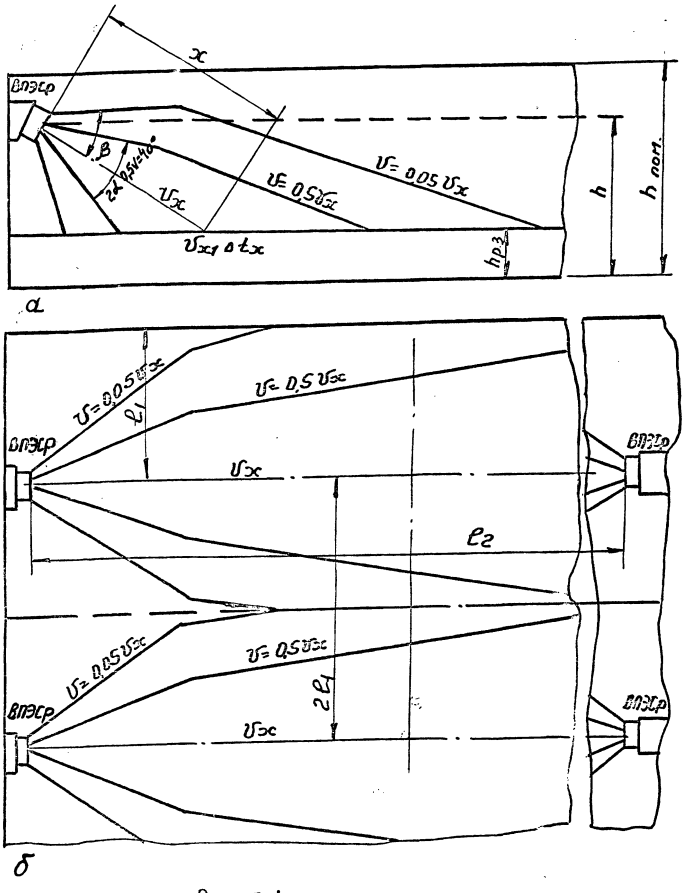


Рис. 5.1
Схема развития струи ВПЭСр:
а – разрез, б – план

5.904-73.93.0-ПЗ

Лист 6

Изм. Лист N докум. Подп. Дата

Копировал: Формат: 12

5.904-73.93, выпуск 0

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

6.2 Теплый период года

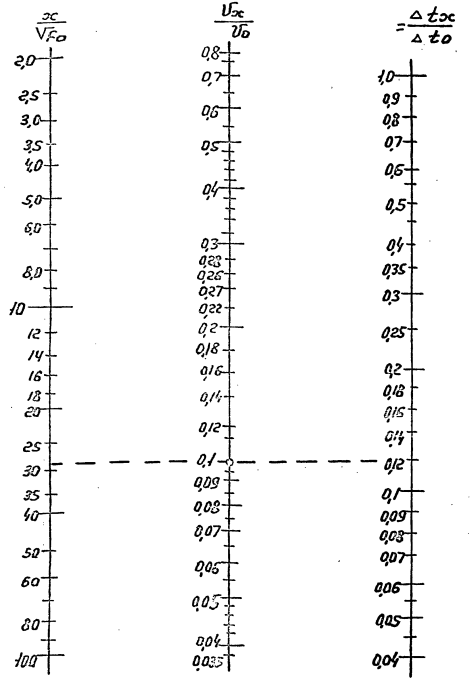


Рис. 6.1

Номограмма для определения интенсивности затухания максимальных скоростей и избыточных температур в струе ВПЭСр.

6.2.1. Определяется количество воздуха, приходящееся на один ВПЭСр:

$$L_0 = \frac{L_T}{N} \qquad (6.1)$$

6.2.2. По таблицам 7.1...7.4 по L_0, h и $F_{р.з.}$ выбирается размер воздухораспределителя d_0 и соответствующая ему величина V_0.

6.2.3. Для выбранного варианта воздухораспределения (d_0, V_0) по заданным величинам h и $V_{доп.}$ в таблице находятся угол наклона поворотного патрубка ВПЭСр – β и расчетная длина струи – x.

6.2.4. В случае промежуточных значений L_0 или h, не выходящих за пределы величин, имеющихся в таблицах, расчет ведется в следующей последовательности:

по выбранному d_0 вычисляется V_0:

$$V_0 = \frac{L_0}{3600 \cdot F_0} \qquad (6.2)$$

6.2.5. Определяется величина $\frac{v_x}{v_0} = \frac{v_{норм}}{v_0}$, по номограмме (рис. 6.1) находится значение $\frac{x}{\sqrt{F_0}}$ и вычисляется x.

6.2.6. По h и x вычисляется угол β:

$$\beta = \arcsin \frac{h - h_{р.з.}}{x} \qquad (6.3)$$

6.2.7. По значению x проверяются установочные ограничения 5.7.2:

$$0,5x \leq e_1 \leq 2x$$
$$2x \leq e_2 \leq 4x$$

Если установочные ограничения не выдерживаются, следует изменить одно из условий:

высоту установки ВПЭСр – h,

количество ВПЭСр – N,

Размер впэср – d_o
и повторить расчет.

6.2.8. В системах вентиляции (кондиционирования) с охлаждением воздуха как для табличных, так и для промежуточных вариантов расчета определяется коэффициент неизотермичности по номограмме (рис. 6.2) или по формуле

$$k_н = \cos\beta \sqrt{\cos^2\beta + \left[\sin\beta + \left(\frac{x}{H\cos\beta}\right)^2\right]}, \quad (6.4.)$$

где $H = 5{,}45\,м\ V_o \frac{\sqrt[4]{F_o}}{\sqrt{n\,\Delta t_o}}$ (6.5)

Для определения $k_н$ по номограмме предварительно находится величина $\frac{\Delta t_{ox}}{\Delta t_o}$ по номограмме (рис. 6.1) по известной $\frac{x}{\sqrt{F_o}}$ (п. 6.2.5)

6.2.9. По номограмме (рис. 6.3) определяется коэффициент стеснения k_c для известных $\frac{x}{\sqrt{F_o}}$, $F_{р.з.}$, $\sqrt{F_o}$.

6.2.10. Вычисляются значения максимальных скорости и избыточной температуры в рабочей зоне в теплый период года:

$$v_{р.з.}^{max.} = v_o \cdot k_c \cdot k_н \quad (6.6)$$

$$\Delta t_{р.з.}^{max.} = \Delta t_o \cdot \frac{1}{k_c \cdot k_н} \quad (6.7.)$$

и сравниваются с нормируемыми параметрами. Если расчетные величины $v_{р.з}^{max.}$ или $\Delta t_{р.з.}^{max.}$ превышают нормируемые, следует уменьшить угол β, определить x по формуле $x = \frac{h - h_{р.з.}}{\sin\beta}$ (6.8)
и повторить расчет.

6.3. Холодный период года

6.3.1. По выбранным h, N и d_o в п.п. 6.1 и 6.2.2. и L^x определяются L_o^x и v_o по формулам (6.1) и (6.2.)

6.3.2. По таблицам для данных d_o, L_o^x, v_o, h, $v_{доп.}$ и Δt_o находится угол β, на который следует

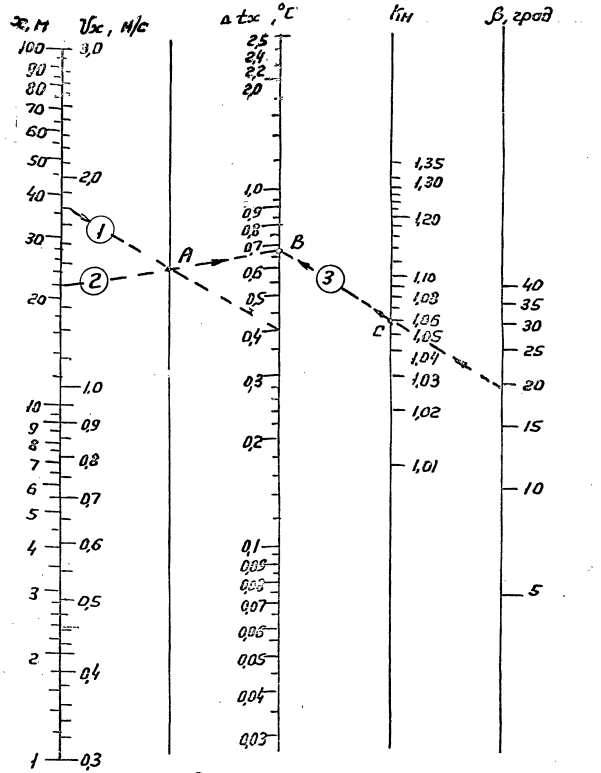


Рис. 6.2.

Номограмма для определения коэффициента неизотермичности при подаче охлажденного воздуха
Пример расчета по номограмме: 1. По $x = 37$м $\Delta t_x = 0{,}4°C$ – (·) А;
2. По $v_x = 1{,}4$ м/с через (·) А – (·) В.
3. Через (·) В и $\beta = 19°$ – $k_н = 1{,}06$

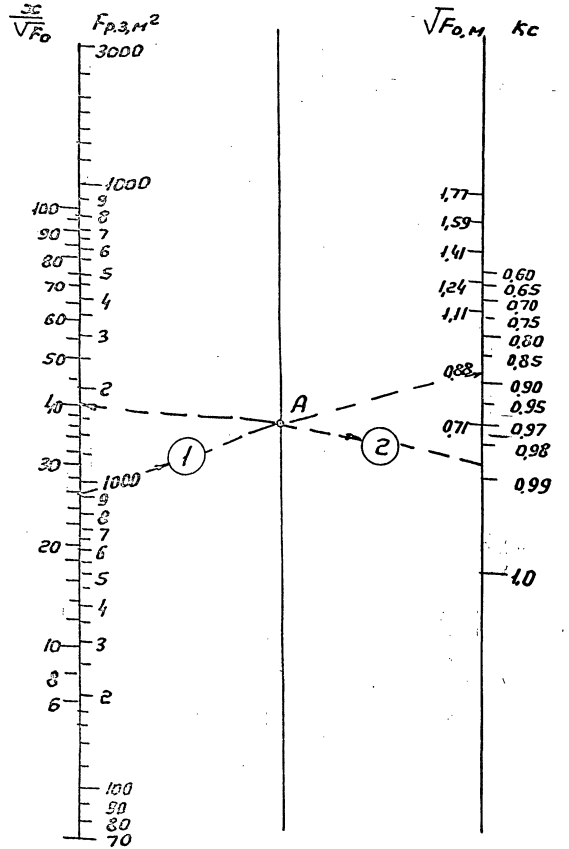


Рис. 6.3

Номограмма для определения коэффициента стеснения.

Пример расчета по номограмме:
1. По $\frac{x_c}{\sqrt{F_0}} = 25$ и $\sqrt{F_0} = 0,88 м$ – (·) A;
2. По $F_{р.з.} = 1800 м^2$ через (·) A – $K_c = 0,985$

установить поворотный патрубок ВПЭСр в режиме воздушного отопления

В случае, если заданная величина Δt_0 превышает табличное значение Δt_0^{max} даже при $\beta = 40°$, то принимается к установке угол $\beta = 40°$ и указанное в таблице соответствующее значение Δt_0, а недостающее количество тепла вносится в помещение другими способами.

6.3.3. Для нетабличного варианта угол β, на который необходимо наклонить патрубок ВПЭСр, чтобы струя теплого воздуха достигла рабочую зону, определяется по номограмме (рис. 6.4.)

Если из расчета требуется обеспечить угол $\beta > 40°$, то к установке принимается $\beta = 40°$, а максимальная избыточная разность температур Δt_0^{max}, при которой струя достигнет рабочей зоны, определяется из номограммы (рис. 6.4). Недостающее количество тепла вносится в помещение другим способом.

6.3.4. По найденному β определяется величина x по формуле (6.8) и вычисляется $\frac{x_c}{\sqrt{F_0}}$

6.3.5. По номограмме (рис. 6.1) по величине $\frac{x_c}{\sqrt{F_0}}$ определяется $\frac{v_x}{v_0}$ и $\frac{t_x}{\Delta t_0}$ и вычисляются v_x и Δt_x.

6.3.6. Определяется коэффициент неизотермичности при подаче теплого воздуха по номограмме (рис. 6.5) или по формуле

$$K_н = \cos\beta \sqrt{\cos^2\beta + \left[\sin\beta - \left(\frac{x_c}{н \cdot \cos\beta}\right)^2\right]^2} \quad (6.9.)$$

6.3.7. По номограмме (рис. 6.3) определяется коэффициент стеснения K_c при $\frac{x_c}{\sqrt{F_0}}$ для холодного периода года.

6.3.8. Вычисляются максимальные параметры

воздуха в рабочей зоне по формуле (6.6) и (6.7) и сравниваются с нормируемыми величинами.

В случае превышения $V_{норм}$ следует изменить одно из условий: N, t_0, h и повторить расчет

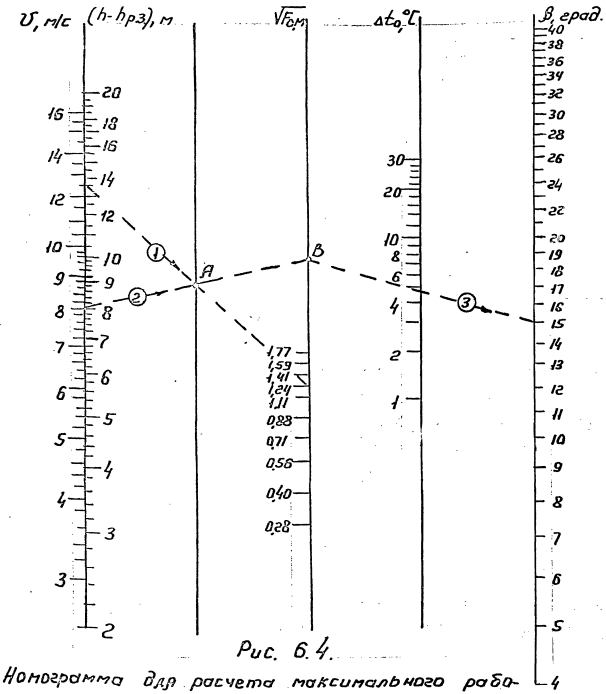


Рис. 6.4.

Номограмма для расчета максимального рабочего перепада температур Δt_0 для воздухораспределителя ВПЭСр.

Пример расчета по номограмме: 1. по $V_0 = 12,5$ м/с и $\sqrt{F_0} = 1,24$ м – (·) A;
2. по $h - h_{р.з} = 8$ м через (·) A – (·) B;
3. через (·) B по $\beta = 15°$ – $\Delta t_0 = 4,5°$;

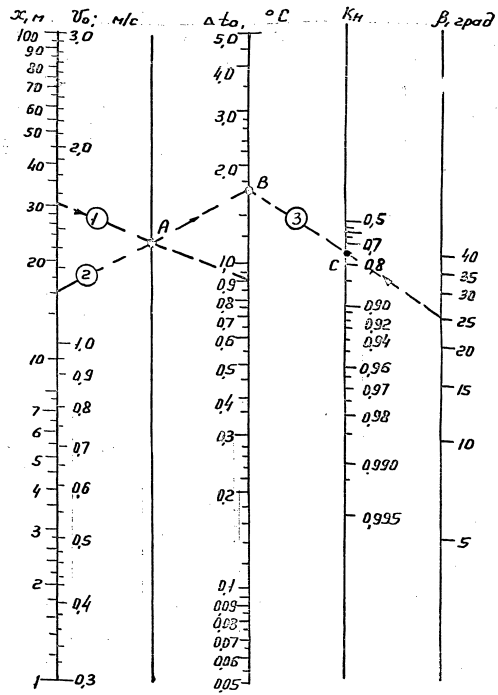


Рис. 6.5. Номограмма для определения коэффициента неизотермичности при подаче теплого воздуха.

Пример расчета по номограмме: 1. по $x = 30$ м и $\Delta t_{xc} = 0,9°C$ – (·) A;
2. по $V_{xc} = 1,2$ м/с через (·) A – (·) B;
3. через (·) B по $\beta = 25°$ – $K_н = 0,75$

Раздел 7. Таблица 7.1

Продолжение таблицы 7.1.

Обозначение			ВПЭСр 8 (d_0=800мм, $\sqrt{F_0}$=0,71м)											
V_0, м/с	L_0, м³/ч	$V_{доп}$, м/с	h, м	x_c, м	$F_{р.з.}$, м²	$L_{уд.}$, м³/ч·м²	β_1, град.	Воздушное отопление, t_0^{max}, °С: β=15°	β=20°	β=25°	β=30°	β=35°	β=40°	β=45°
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
6,0	10800	0,5	6	10	300	36	25	—	—	6,5	10,0	14,0	19,0	
			7				30	—	—	—	7,0	9,5	12,5	
			8				35	—	—	—	—	7,0	9,0	
		0,3	6	19	1083	10	10	2,5	4,5	6,5	10,0	14,0	19,0	
			7				15	1,5	3,0	4,5	7,0	9,5	12,5	
			8				20	—	2,0	3,5	5,0	7,0	9,0	
			9				20	—	1,5	2,5	4,0	5,5	7,0	
			10				25	—	—	2,0	3,0	4,5	5,5	
			11				25	—	—	1,5	2,5	3,5	4,5	
			12				30	—	—	—	2,0	3,0	4,0	
			13				35	—	—	—	—	2,5	3,5	
8,0	14400	0,7	6	9	243	59	25	—	—	12,5	18,0	25,0	—	
			7				35	—	—	—	—	17,0	23,0	
		0,5	6	14	590	24	15	4,5	8,0	12,5	18,0	25,0	—	
			7				20	—	5,5	8,5	12,5	17,0	23,0	
			8				25	—	—	6,0	9,0	12,0	16,0	
			9				30	—	—	—	7,0	9,5	12,5	
			10				35	—	—	—	—	7,5	10,0	
		0,3	8	27	1620	9	10	2,0	3,5	6,0	9,0	12,0	16,0	
			9				15	1,5	2,5	4,5	7,0	9,5	12,5	
			10				15	1,5	2,5	4,0	5,5	7,5	10,0	
			11				20	—	2,0	3,0	4,5	6,5	8,5	
			12				20	—	1,5	2,5	3,5	5,0	7,0	
			13				25	—	—	2,0	3,0	4,5	6,0	
10,0	18000	0,7	6	13	507	36	20	—	12,0	19,5	—	—	—	
			7				25	—	—	13,0	20,0	25,0	—	
			8				30	—	—		14,0	20,0	25,0	
			9				35	—	—	—	—	15,0	20,0	
		0,5	8	19	1080	17	20	—	6,0	9,5	14,0	20,0	25,0	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10,0	18000	0,5	9	19	1080	17	20	—	4,5	7,5	10,5	15,0	20,0	
			10				25	—	—	6,0	8,5	12,0	16,0	
			11				30	—	—	—	7,5	10,0	13,5	
			12				30	—	—	—	6,0	8,5	10,5	
			13				35	—	—	—	—	7,0	9,0	
		0,3	11	36	2520	7	15	1,5	3,0	4,5	7,5	10,0	13,5	
			12				15	1,5	2,5	4,0	6,0	8,5	10,5	
			13				15	1,0	2,0	3,5	5,0	7,0	9,0	
12,0	21600	0,7	8	16	768	28	20	—	8,5	14,0	21,0	—	—	
			9				25	—	—	11,0	16,0	22,5	—	
			10				30	—	—	—	13,0	18,0	24,0	
			11				35	—	—	—	—	14,5	19,5	
		0,5	10	24	1680	13	20	—	5,5	8,5	13,0	18,0	24,0	
			11				20	—	4,5	7,5	10,5	14,5	19,5	
			12				25	—	—	6,0	8,5	12,5	17,5	
			13				25	—	—	5,0	7,5	10,0	13,5	
14,0	25200	0,7	9	19	1080	23	20	—	9,0	15,0	22,0	—	—	
			10				25	—	—	12,0	18,0	24,0	—	
			11				25	—	—	10,0	14,5	20,0	25,0	
			12				30	—	—	—	11,5	16,0	22,0	
			13				35	—	—	—	—	14,0	19,0	
		0,5	10	30	2100	12	15	4,0	7,5	—	—	—	—	
			11				15	3,5	6,0	10,0	14,5	20,0	25,0	
			12				20	—	5,0	8,0	11,5	16,0	22,0	
			13				20	—	4,5	7,0	10,0	14,0	19,0	
16,0	28800	0,7	10	22	1450	20	20	—	10,0	16,5	24,0	—	—	
			11				25	—	—	13,0	20,0	25,0	—	
			12				25	—	—	11,0	16,0	22,0	—	
			13				30	—	—	—	13,5	19,0	25,0	
		0,5	12	36	2700	11	15	4,0	6,5	11,0	—	—	—	
			13				20	—	5,5	9,0	13,5	19,0	25,0	

5.904-73.93, Выпуск 0

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

Таблица 7.2

Обозначение ВПЭСр10 (d_0 = 1000 мм, $\sqrt{F_0}$ = 0,88 м)

v_0, м/с	L_0, м³/ч	$v_{доп}$, м/с	h, м	x, м	$F_{рз}$, м²	$L_{уд}$, м³/ч·м²	β, град	Воздушное отопление Δt_0^{max}, °C: β=15°	β=20°	β=25°	β=30°	β=35°	β=40°
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6,0	16850	0,7	6	8	192	88	30	—	—	—	11,5	16,0	22,0
		0,5	6	12	432	39	20	—	5,5	8,0	11,5	16,0	22,0
			7				25	—	—	5,5	8,0	11,0	15,0
			8				30	—	—	—	5,5	8,0	10,5
			9				35	—	—	—	—	6,0	8,5
		0,3	8	24	1440	11	15	1,5	2,5	4,0	5,5	8,0	10,5
			9				15	1,0	2,0	3,5	4,5	6,0	8,5
			10				20	—	1,5	2,5	3,5	5,0	6,5
			11				20	—	1,5	2,0	3,0	4,0	5,5
			12				25	—	—	1,5	2,5	3,5	4,5
			13				25	—	—	1,5	2,0	3,0	4,0
8,0	22460	0,7	6	11	363	62	20	—	9,0	14,0	21,0	—	—
			7				25	—	—	9,5	14,5	20	25
			8				35	—	—	—	—	14,5	18,0
		0,5	7	18	972	23	15	3,5	6,0	9,5	14,5	20	25
			8				20	—	4,5	7,0	10,0	14,5	18,0
			9				25	—	—	5,5	8,0	11,0	14,0
			10				25	—	—	4,5	6,5	9,0	11,5
			11				30	—	—	—	5,0	7,5	9,5
			12				35	—	—	—	—	6,0	8,0
			13				35	—	—	—	—	5,0	7,0
		0,3	9	33	1980	11	10	2,0	3,5	5,5	8,0	11,0	14,0
			10				15	1,5	2,5	4,5	6,5	9,0	11,5
			11				15	1,5	2,5	3,5	5,0	7,5	9,5
			12				15	1,0	2,0	3,0	4,5	6,0	8,0
			13				20	—	1,5	2,5	3,5	5,0	6,5
10,0	28080	0,7	7	16	768	37	20	—	9,5	15,5	—	—	—
			8				20	—	7,5	11,0	17,0	23,0	—
			9				25	—	—	8,5	12,5	17,5	23,0

Продолжение таблицы 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10,0	28080	0,7	10	16	768	37	30	—	—	—	10,0	14,0	19,0
			11				35	—	—	—	—	11,0	15,0
		0,5	8	24	1440	19	15	4,0	7,5	11,0	17,0	23,0	—
			9				15	3,0	5,5	8,5	12,5	17,5	23,0
			10				20	—	4,5	7,0	10,0	14,0	19,0
			11				20	—	3,5	5,5	8,5	11,0	15,0
			12				25	—	—	4,5	7,0	9,5	12,5
			13				30	—	—	—	6,0	8,0	10,5
		0,3	10	45	2920	31	10	2,5	4,5	7,0	10,0	14,0	19,0
			11				10	2,0	3,5	5,5	8,5	11,0	15,0
			12				10	1,5	2,5	4,5	7,0	9,5	12,5
			13				15	1,5	2,5	4,0	6,0	8,0	10,5
12,0	33700	0,7	8	19	1080	31	20	—	8,0	13,0	19,0	—	—
			9				20	—	7,0	11,5	17,0	—	—
			10				25	—	—	10,0	15,0	21,0	—
			11				30	—	—	—	12,0	17,0	22,5
			12				30	—	—	—	10,0	14,0	18,5
			13				35	—	—	—	—	12,0	16,0
		0,5	9	30	1950	17	15	4,5	8,0	12,5	19,0	—	—
			10				15	3,5	6,5	10,0	15,0	21,0	—
			11				15	3,0	5,0	8,5	12,0	17,0	22,5
			12				20	—	4,5	7,0	10,0	14,0	18,5
			13				20	—	3,5	6,0	8,5	12,0	16,0
14,0	39310	0,7	10	24	1560	25	20	—	8,5	13,5	20,0	—	—
			11				20	—	7,0	11,0	16,5	—	—
			12				25	—	—	9,0	13,0	18,5	25,0
			13				30	—	—	—	11,5	16,0	22,0
		0,5	12	37	2590	15	15	3,0	5,5	9,0	13,0	18,5	25,0
			13				15	2,5	5,0	8,0	11,5	16,0	22,0
16,0	44930	0,7	12	27	1890	23	20	—	8,0	12,5	18,0	25,0	—
			13				25	—	—	10,5	15,0	22,0	—

5.904-73.93, Выпуск 0

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

5.904-73.93.0-ПЗ.

Лист 12

Ц00112-01 14

Копировал: Вз

Формат: А3

Таблица 7.3

Обозначение			ВЛЭСр 12,5 (d_0=1250мм F_0=1,11м²)										
v_0, м/с	L_0, м³/ч	$v_{доп}$, м/с	h, м	x, м	$F_{р.з}$, м²	$L_{уд}$, м³/ч·м²	β, град	Воздушное отопление Δt_0^{max}, °С: β=15°	β=20°	β=25°	β=30°	β=35°	β=40°
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6,0	26570	0,7	7	10	300	89	30	—	—	—	9	12,5	16,5
			8				35	—	—	—	—	9	12
		0,5	7	15	675	39	20	—	4	6	9	12,5	16,5
			8				25	—	—	4,5	6,5	9	12
			9				25	—	—	3,5	5	7	9
			10				30	—	—	—	4	5,5	7,5
			11				35	—	—	—	—	4,5	6
		0,3	9	30	1350	14	15	1,5	2	3,5	5	—	—
			10				15	1	1,5	2,5	4	5,5	7,5
			11				15	—	1,5	2	3,5	4,5	6
			12				20	—	1	2	2,5	4	5
			13				20	—	1	1,5	2,5	3,5	4,5
			14				25	—	—	1,5	2	3	4
			15				25	—	—	1	2	2,5	3
8,0	35420	0,7	7	14	590	60	20	—	7	11	16	23	—
			8				25	—	—	8	12	16,5	22
			9				30	—	—	—	9	13	17
			10				35	—	—	—	—	10	14
		0,5	7	22	1450	24	15	4	7	11	16	23	—
			8				15	3	5	8	12	16,5	22
			9				20	—	4	6	9	13	17
			10				20	—	3	5	7,5	10	14
			11				25	—	—	4	6	8,5	11
			12				25	—	—	3,5	5	7	9,5
			13				30	—	—	—	4,5	6	8
			14				30	—	—	—	3,5	5	6,5
			15				35	—	—	—	—	4,5	5,5
		0,3	13	42	3150	11	15	1	1,5	3	4	6	7,5
			14				15	—	1,5	2,5	3,5	5	7

Продолжение таблицы 7.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8,0	35420	0,3	15	42	3150	11	20	—	1,5	2	3	4,5	5,5
10	44220	0,7	9	20	1200	37	20	—	3	4,5	7	9,5	13
			10				25	—	—	4	5,5	8	10
			11				25	—	—	3	4,5	6,5	8,5
			12				30	—	—	—	4	5,5	7
			13				35	—	—	—	—	4,5	6
			14				35	—	—	—	—	4	5
		0,5	11	30	2250	20	15	1	2	3	4,5	6,5	8,5
			12				20	—	1,5	2,5	4	5,5	7
			13				20	—	1,5	2	3	4,5	6
			14				25	—	—	2	2,5	4	5
			15				25	—	—	3,5	5	7	9
12	53140	0,7	11	24	1730	31	20	—	6	9,5	14	20	25
			12				25	—	—	8	11,5	16	22
			13				25	—	—	7	10	14	18
			14				30	—	—	—	8,5	12	15
			15				30	—	—	—	7,5	10	13
		0,5	12	38	2850	19	15	2,5	5	8	11,5	16	22
			13				15	2,5	4	7	10	14	18
			14				20	—	3,5	6	8,5	12	15
			15				20	—	3,5	5	7,5	10	13
14	61990	0,7	12	30	2250	28	20	—	6,5	11	—	—	—
			13				20	—	5,5	9	13,5	19	25
			14				25	—	—	8	11	16	21
			15				25	—	—	6,5	9,5	13	18
		0,5	13	47	3520	18	15	3	5,5	9	13,5	19	25
			14				15	2,5	5	8	11	16	21
			15				15	2	4	6,5	9,5	13	18
16	70350	0,7	14	34	3060	23	20	—	6,5	10,5	15	21,5	—
			15				20	—	5,5	9	13	18	24
			16				25	—	—	8	12	16	21

Таблица 7.4

Обозначение			ВПЭСр 16 (d_0=1600мм, $\sqrt{F_0}$=1,41м)					Воздушное отопление Δt_0^{max} °C					
V_0 м/с	L_0, м³/ч	$V_{доп}$, м/с	h_1 м	x_1 м	$F_{р.з}$ м²	$L_{уд}$ м³/ч м²	B_1 град.	B=15°	B=20°	B=25°	B=30°	B=35°	B=40°
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6,0	43200	0,7	9	14	590	73	30	—	—	—	7,0	8,5	11,5
			10				35	—	—	—	—	7,5	9,5
		0,5	9	19	1080	40	20		3,0	4,5	7,0	10,0	11,5
			10				25	—	—	3,0	5,0	7,0	9,5
			11				25	—	—	3,0	4,0	5,5	7,5
			12				30	—	—	—	3,5	5,0	6,5
		0,3	13	38	3230	13	15	—	1,5	2,0	3,0	4,0	5,5
			14				20	—	1,0	2,0	2,5	3,5	5,0
			15				20	—	—	1,5	2,0	3,0	4,0
			16				20	—	—	1,5	2,0	2,5	4,0
			17				20	—	—	1,0	2,0	2,5	3,0
			18				25	—	—	1,0	1,5	2,0	3,0
8,0	57600	0,7	9	19	1080	53	20	—	5,0	7,5	11,0	14,5	19,0
			10				25	—	—	5,5	8,5	11,0	17,0
			11				25	—	—	6,0	7,5	10,0	13,5
			12				30	—	—	—	6,5	8,0	10,5
			13				35	—	—	—	—	7,0	9,5
		0,5	10	26	1950	29	15	2,0	3,5	5,5	8,5	11,0	17,0
			11				20	—	2,5	6,0	7,5	10,0	13,5
			12				20	—	2,5	4,0	6,5	8,0	10,5
			13				25	—	—	2,5	5,0	7,0	9,5
			14				25	—	—	3,0	4,5	6,0	8,5
			15				25	—	—	3,0	4,0	5,0	7,5
			16				30	—	—	—	4,0	4,5	6,5
		0,3	18	62	6200	9	15	—	1,0	2,0	2,5	3,5	4,5
10,0	72000	0,7	10	26	1950	36	15	4,0	6,0	9,0	14,0	19,0	25,0
			11				20	—	4,5	7,5	11,0	16,5	21,0
			12				20	—	4,5	6,5	9,0	13,0	18,0
			13				25	—	—	5,0	8,0	11,0	15,0

Продолжение таблицы 7.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10,0	72000	0,7	14	26	1950	36	25	—	—	5,0	7,0	9,0	13,0
			15				30	—	—	—	5,5	8,0	11,0
			16				35	—	—	—	—	6,5	10,5
		0,5	12	38	2850	25	15	2,0	4,5	6,5	9,0	13,0	18,0
			13				15	2,0	3,5	5,0	8,0	11,0	15,0
			14				20	—	2,5	4,5	7,0	9,0	13,0
			15				20	—	2,5	4,0	5,5	8,0	11,0
			16				25	—	—	2,5	5,0	6,5	10,5
			17				25	—	—	2,5	4,5	6,0	7,5
12,0	86400	0,7	11	32	2720	31	15	4,5	7,0	—	—	—	—
			12				20	—	5,5	9,0	13,5	18,5	25,0
			13				20	—	5,0	8,0	12,0	16,0	22,5
			14				20	—	5,0	7,0	10,0	13,5	18,0
			15				25	—	—	5,5	8,5	12,0	16,0
			16				25	—	—	5,5	7,5	10	15
			17				30	—	—	—	6	9	11
			18				30	—	—	—	6	8,5	10
		0,5	14	48	4320	20	15	2	5	7	10	13,5	18
			15				15	2	3,5	5,5	8,5	12	16
			16				15	2	3,5	5,5	7,5	10	13
			17				15	2	3	4,5	6,5	9	11
			18				15	2	2,5	4	6	8,5	10
14,0	100800	0,7	13	40	3600	28	15	4	7	—	—	—	—
			14				20	—	4,5	9	12,5	19	25
			15				20	—	4,5	8	12	16	22,5
			16				20	—	4,5	7	10	14	20,5
			17				25	—	—	5	9,5	12,5	14,5
			18				25	—	—	5	8	11	13,5
		0,5	18	62	5225	19	15	2	3,5	5,5	8	11	13,5
16,0	114500	0,7	17	46	4370	26	20	—	4,5	8,5	12,5	17	19
			18				20	—	4,5	7,5	11	15	17,5

5.904-73.93, Выпуск 0

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

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата

5.904-73.93.0-ПЗ.

Лист 14

8. Примеры расчета

Пример 1

Дано: сборочный цех размерами 232×72×15м;

$L_0^{ос} = L^т = 560\,000$ м³/ч;

$\Delta t_0^{ос} = 10°C$; $\Delta t_0^{т} = 5°C$

$h_{р.з.} = 2$м;

работа средней тяжести, II-б при незначительных избытках явного тепла;

$V_{доп.} = 0{,}7$ м/с (в соответствии с п.1.9 ГОСТ 12.1.005-88 при сосредоточенной подаче воздуха)

$\Delta t_{доп.} = 3°C$.

Решение:

1. В соответствии с приложением 4„ Рекомендаций" А3-669 принимается k=2. Максимальная расчетная скорость воздуха в струе в месте её внедрения в рабочую зону составит $V_x = 1{,}4$ м/с.

2. По местным условиям целесообразно принять раздачу воздуха воздухораспределителями ВПЭСр в количестве N=7 штук, расположенными на высоте 12м.

Воздухораспределители размещаются вдоль длинной стороны цеха, приточные струи направлены поперек цеха.

Теплый период

3. Количество воздуха, подаваемого одним ВПЭСр

$$L_0 = \frac{560\,000}{7} = 80000 \text{ м}^3/\text{ч}$$

4. По таблицам по L_0 назначаем диаметр ВПЭСр- $d_0 = 1600$ мм, $F_0 = 2{,}0$ м², $F_0 = 1{,}4$ м.

5. Скорость воздуха на истечении из воздухораспределителя составит

$$V_0 = \frac{L_0}{3600 \cdot F_0} = \frac{80000}{3600 \cdot 2{,}0} = 11{,}1 \text{ м/с}$$

6. По величине $\frac{V_{ос}}{V_0} = \frac{1{,}4}{11{,}1} = 0{,}126$ с помощью номограммы (рис. 6.1) определяется длина приточной струи от истечения до верхнего уровня рабочей зоны $\frac{x}{F_0} = 22$,

$$x = 22 \times 1{,}4 = 31\text{м}$$

7. По формуле (6.3) вычисляется угол β:

$$\beta = arc\sin\frac{12-2}{31} = 19°$$

8. Длина зоны действия одного ВПЭСр составляет $e_2 = 72$м, ширина – $2e_1 = 33$м.

$x < 2e_1 < 2x$ } что удовлетворяет
$2x < e_2 < 4x$ } новочным ограничениям.

9. По номограмме (рис. 6.1) определяется величина $\frac{\Delta t_x}{\Delta t_0}$ при $\frac{x}{\sqrt{F_0}} = 22$ и вычисляется Δt_x:

$\frac{\Delta t_x}{\Delta t_0} = 0{,}15$; $\Delta t_x = 0{,}15 \times 5 = 0{,}75°C$.

10. По номограмме (рис. 6.2) находится коэффициент неизотермичности при подаче охлажденного воздуха $K_н = 1{,}09$

11. По номограмме (рис. 6.3) определяется коэффициент стеснения.

При $\frac{x}{\sqrt{F_0}} = 22$, $F_{р.з.} = 2e_1 \cdot e_2 = 33 \times 72 = 2376$ м²,

$\sqrt{F_0} = 1{,}4$ м, $k_c = 0{,}93$.

12. Максимальные параметры воздуха в рабочей зоне составляют:

$V_{р.з.}^{max} = 1{,}4 \times 1{,}09 \times 0{,}93 = 1{,}4$ м/с $= V_{норм.}$

$\Delta t_{р.з.}^{max} = 0{,}75 \times \frac{1}{1{,}09 \times 0{,}93} = 0{,}74°C < \Delta t_{норм.}$

Холодный период

13. По номограмме (рис. 6.4) находится угол В, на который следует установить поворотный патрубок, чтобы струя приточного воздуха достигла рабочую зону с заданными параметрами при $\Delta t_0 = 10°C$, $V_0 = 11{,}1$ м/с, $h - h_{р.з.} = 10$м,

$\sqrt{F_0} = 1{,}4$ м $- \beta = 29°$

13. Определяется расчетная длина струи по формуле (6.10) $x = \frac{10}{\sin 29°} = 21$ м; $\frac{x}{\sqrt{F_0}} = \frac{21}{1{,}4} = 15$,

14. По номограмме (рис. 6.1) при $\frac{x}{\sqrt{F_0}} = 15$ определяются значения $\frac{v_x}{v_0} = 0{,}165$ и $\frac{\Delta t_x}{\Delta t_0} = 0{,}21$

15. $v_x = 11{,}1 \times 0{,}165 = 1{,}8$ м/с;
$\Delta t_x = 10 \times 0{,}21 = 2{,}1°C$.

16. По номограмме (рис. 6.5) находится коэффициент неизотермичности при $x = 21$ м; $v_x = 1{,}8$ м/с, $\Delta t_x = 2{,}1°C$ и $\beta = 29° - K_н = 0{,}8$.

17. Максимальные параметры воздуха в рабочей зоне в холодный период года составляют:
$v_{р.з.}^{max} = 1{,}8 \times 0{,}8 \times 0{,}93 = 1{,}3$ м/с $< v$ норм.
$\Delta t_{р.з.}^{max} = 2{,}1 \times \frac{1}{0{,}8 \times 0{,}93} = 2{,}8°C < \Delta t$ норм.

Выполненный расчет показал, что для подачи воздуха с помощью ВПЭСр диаметром 1600 мм следует установить поворотный патрубок на угол $\beta = 19°$ в теплый период года и на угол $\beta = 29°$ - в режиме воздушного отопления.

Пример 2

Дано: механический цех размером $180 \times 120 \times 16$ м;
$L^T = L^x = 248000$ м³/ч
$h_{р.з} = 2$ м
$v_{доп} = 0{,}5$ м/с
$\Delta t_{доп.} = 3°C$
воздушное отопление - $\Delta t_0 = 15°C$

Решение:

1. В соответствии с приложением 4 „Рекомендаций" АЗ-669 принимается $K = 2$.
2. По местным условиям целесообразно принять раздачу воздуха воздухораспределителями ВПЭСр в количестве $N = 4$ шт, установленными на высоте $h = 14$ м.
3. Количество воздуха, подаваемое одним ВПЭСр:
$L_0 = \frac{248000}{4} = 62000$ м³/ч.
4. Зона действия одного ВПЭСр составляет
$F_{р.з.} = 45 \times 120 = 5400$ м².
5. По таблицам 7.1 ÷ 7.4 по заданным L_0, h, $v_{доп.}$, $F_{р.з.}$ назначается диаметр ВПЭСр $d_0 = 1250$ мм
6. $v_0 = 14$ м/с.
7. По таблице 7.3 при $v_{доп.} = 0{,}5$ м/с в теплый период года $\beta = 15°$; $x = 47$ м.
8. Проверяются установочные ограничения
$2e_1 = 45$ м $\approx x$
$2x < e_2 = 120$ м $< 4x$
Установочные ограничения выдерживаются.
9. По таблице 7.3 находится угол β, на который следует установить поворотный патрубок ВПЭСр в режиме воздушного отопления.

Для $t_0 = 15°C$ $\beta = 35°$
Проверка максимальных параметров воздуха в рабочей зоне не требуется, т.к. данный вариант, воздухораздачи соответствует табличному.

gost.e-ecolog.ru