ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
САНТЕХПРОЕКТ

УТВЕРЖДАЮ:
Главный инженер института
И.Староверов

УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ

воздухораздачи через перфорированные воздухораспределители

Заместитель главного инженера — Ф.Гулишамбаров

Начальник технического отдела — С.Финкельштейн

Начальник отдела типового проектирования — Г.Тулупов

Руководитель темы — Г.Кацнельсон

Исполнитель — Л.Моор

Данный материал согласован с ЛИОТом.

Москва, 1966

gost.e-ecolog.ru

Расчет воздухораздачи через перфорированные воздухораспределители составлен по данным испытаний, проведенных канд. техн. наук Гримитлиным М.И. / ЛИОТ/.

Воздухораздачу через перфорированные воздуховоды целесообразно применять в помещениях:

со значительной кратностью воздухообмена при малой подвижности воздуха в рабочей зоне;

с пылевыделениями, где нежелательны сильные токи воздуха, препятствующие оседанию пыли;

с теплоизбытками и незначительными влаговыделениями, где возможно подавать приточный воздух с относительно большой рабочей разностью температур;

с рабочими местами, расположенными между рядами оборудования, выделяющего тепло.

Условные обозначения:
/ см. рисунок /

x - расстояние от воздухораспределителя до границы рабочей зоны, м;

V_o - скорость воздуха на выходе из воздухораспределителя в его живом сечении, м/сек;

V_x - максимальная /осевая/ скорость воздуха на расстоянии X, м/сек;

$V_{ср}$ - средняя скорость воздуха при его поступлении в рабочую зону, м/сек;

$V_н$ - скорость воздуха в начальном сечении воздухораспределителя, м/сек;

g - ускорение силы тяжести, 9,81 м/сек^2;

t_o - температура воздуха на выходе из воздухораспределителя, ^oC;

t_y - максимальная /осевая/ температура воздуха на расстоянии X, ^oC;

t_{cp} - средняя температура воздуха при его поступлении в рабочую зону, ^oC;

$T_в; t_в$ - температура воздуха в рабочей зоне $T_в = 273 + t_в$;

Δt_p - рабочая разность температур $\Delta t_p = t_o - t_в$;

Δt_x - максимальная разность температур $\Delta t_x = t_x - t_в$;

Δt_{cp} - средняя разность температур $\Delta t_{cp} = t_{cp} - t_в$;

F_o - площадь живого сечения перфорированного участка воздухораспределителя, $м^2$;

$F_н$ - площадь начального сечения воздухораспределителя, $м^2$;

$F_к$ - площадь конечного сечения воздухораспределителя, $м^2$;

$K_{ж.с.}$ - коэффициент живого сечения воздухораспределителя

$$K_{ж.с.} = \frac{F_o}{b_o l_o};$$

b_o - ширина перфорированного участка, м;

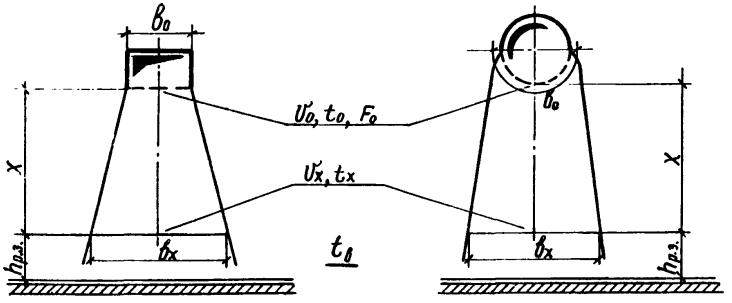
b_x - ширина потока на расстоянии X, м;

l_o - длина перфорированного участка, м;

$m; n$ - экспериментальные постоянные;

$\zeta_н$ - коэффициент местного сопротивления, отнесенный к скорости в сечении $F_н$;

ΔP - потери давления в воздухораспределителе, $кГ/м^2$.



Общие указания по расчету

Расчет составлен для вертикальной раздачи воздуха вниз при условии, что:

отношение длины к ширине перфорированного участка 4,7 и более;

расстояние от воздухораспределителя до расчетного сечения не более 10 b_o ;

критерий Архимеда $Ar = \frac{g \cdot b_o \Delta t_p}{V_o^2 T_в}$

не должен превышать значений, приведенных в табл. I.

Таблица I

К ж.с.	0,046	0,062	0,092
Ar /прямоугольный воздухораспределитель/	0,0076	0,0088	0,0107
Ar /круглый воздухораспределитель/	0,0038	0,0044	0,0054

Расчетные величины и формулы

I. Максимальная скорость

$$V_x = \frac{m V_o \sqrt{b_o}}{\sqrt{X}} . \qquad (1)$$

Ширина перфорированного участка $b_o = X\left(\frac{V_x}{m V_o}\right)^2$, (1'),

где величина m принимается по табл. 2

Таблица 2

К ж.с.	0,046	0,062	0,092
m /прямоугольный воздухораспределитель/	0,45	0,53	0,65
m /круглый воздухораспределитель/	0,21	0,24	0,29

Значение V_o в случае нормируемого уровня шума принимается равным 5-6 м/сек.

2. Средняя скорость / по площади/

$$V_{cp} = 0{,}5\, V_x . \qquad (2)$$

3. Максимальная разность температур

$$\Delta t_x = \frac{n\, \Delta t_p \sqrt{B_o}}{\sqrt{X}}, \qquad (3)$$

где

величина n принимается по табл. 3.

Таблица 3

К ж.с.	0,046	0,062	0,092
n /прямоугольный воздухораспределитель/	0,40	0,48	0,58
n /круглый воздухораспределитель/	0,19	0,22	0,26

4. Средняя разность температур / по площади/

$$\Delta t_{cp} = 0{,}5\, \Delta t_x \qquad (4)$$

5. Ширина потока b_x на расстоянии X принимается по табл. 4

Таблица 4

x/b_0	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
b_x/b_0 /прямоугольный воздухораспределитель/	I,4	I,7	2,I	2,4	2,8	3,I	3,5	3,8	4,2	4,5
b_x/b_0 /круглый воздухораспределитель/	2,4	4,0	5,2	6,I	6,6	7,I	7,5	8,0	-	-

6. Коэффициент местного сопротивления $\zeta_н$, отнесенный к скорости воздуха в сечении $F_н$, принимается по табл. 5.

Таблица 5

$F_к/F_н$	$F_0/F_н$							
	0,4	0,6	0,8	I,0	I,2	I,4	I,6	I,8
0,2	I5	7,0	5,0	3,3	2,5	2,3	2,0	I,9
0,4	I3,8	6,2	4,0	3,0	2,3	I,9	I,8	I,7
0,6	I3	6,0	3,6	2,7	2,I	I,8	I,7	I,6
0,8	I2,5	5,9	3,5	2,5	2,0	I,7	I,6	I,5
I,0	I2	5,8	3,4	2,4	2,0	I,7	I,6	I,5

7. Потери давления в воздухораспределителе

$$\Delta P = \zeta_н \frac{V_н^2 \gamma}{2g}. \qquad (5)$$

II Расчет воздухораспределителей по схемам приложений I и 2

В приложении I даны схема и основные размеры I2 номеров прямоугольных воздухораспределителей с шириной перфорированного участка ℓ_o = 0,6 м.

Расчет ведется по следующим формулам:

8. Максимальная скорость

$$V_x = \frac{m V_o}{\sqrt{X}}, \qquad (6)$$

где

величина m принимается по табл. 6.

Таблица 6

К ж.с.	0,046	0,062	0,092
m	0,35	0,4I	0,50

9. Максимальная разность температур

$$\Delta t_x = \frac{n \cdot \Delta t_p}{\sqrt{X}}. \qquad (7)$$

Здесь

величина n принимается по табл. 7.

Таблица 7

К ж.с.	0,046	0,062	0,092
n	0,32	0,37	0,45

I0. Ширина потока ℓ_x на расстоянии X принимается по табл. 8.

Таблица 8

x, м	I,0	I,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0
ℓ_x, м	0,9	I,I	I,3	I,5	I,7	I,9	2,0	2,2	2,4	2,7

II. Коэффициент местного сопротивления $\zeta_н$, отнесенный к скорости воздуха в сечении $F_н$, принимается по табл. 9.

Таблица 9

К ж.с.	№ воздухораспределителя											
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
0,046	3,5	2,4	2,2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
0,062	3,0	2,2	2,0	2,0	I,8	I,8	I,8	I,8	I,8	-	-	-
0,092	2,4	2,0	2,0	2,0	I,8	I,8	-	-	-	-	-	-

В приложении 2 даны схема и основные размеры I2 номеров круглых воздухораспределителей; в этом случае расчет ведется по формуле (6) и (7).

I2. Величина m принимается по табл. I0.

Таблица I0

К ж.с.	№ воздухораспределителя											
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
0,046	0,I5	0,I5	0,I6	0,I7	0,I7	0,I7	0,I8	0,I8	0,I8	0,I9	0,I9	0,I9
0,062	0,I7	0,I8	0,I9	0,I9	0,20	0,2I	0,2I	0,2I	0,22	-	-	-
0,092	0,2I	0,23	0,24	0,25	0,26	0,26	-	-	-	-	-	-

I3. Величина n принимается по табл. II

Таблица II

К ж.с.	№ воздухораспределителя											
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
0,046	0,I3	0,I4	0,I4	0,I5	0,I5	0,I5	0,I6	0,I6	0,I6	0,I7	0,I7	0,I7
0,062	0,I5	0,I6	0,I7	0,I7	0,I8	0,I9	0,I9	0,I9	0,20	-	-	-
0,092	0,I9	0,2I	0,22	0,22	0,23	0,23	-	-	-	-	-	-

I4. Средняя ширина потока b_x на расстоянии X принимается по табл. I2.

Таблица I2

x, м	I,0	I,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0
b_x, м	2,I	2,8	3,3	3,8	4,2	4,5	4,7	4,9	5,I	5,5

I5. Коэффициент местного сопротивления $\zeta_м$ принимается по табл. I3

Таблица I3

К ж.с.	№ воздухораспределителя											
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
0,046	5,I	2,4	2,I	2,0	I,9	I,8	I,7	I,6	I,6	I,6	I,6	I,6
0,062	3,8	2,0	I,9	I,8	I,7	I,6	I,6	I,6	I,6	-	-	-
0,092	2,3	I,9	I,7	I,6	I,6	I,6	-	-	-	-	-	-

Пример I

Раздать через прямоугольные воздухораспределители / см. приложение I/ L = I0.000 м^3/ч воздуха.

Дано:

X = 4,0 м;

Δt_p = 5^0;

V_o = 5,0 м/сек /не более/ - из условия допустимого уровня шума в помещении;

$V_{ср}$ = 0,5 м/сек / не более /;

$\Delta t_{ср}$ = 0,5^0 / не более/;

$t_в$ = 20^0.

Определить:

коэффициент живого сечения воздухораспределителя;

№ воздухораспределителя;

потери давления в воздухораспределителе ΔP .

ширину воздушного потока при поступлении его в рабочую зону B_x.

Решение:

а/ Определяем из формулы (2) допускаемую максимальную скорость

$$V_x = \frac{V_{cp}}{0,5} = \frac{0,5}{0,5} = 1,0 \text{ м/сек.}$$

б/ Из формулы (6) предварительное значение коэффициента m

$$m = \frac{V_x \sqrt{X}}{V_0} = \frac{1,0\sqrt{4,0}}{5,0} = 0,4.$$

По табл. 6 принимаем ближайшее меньшее значение m =0,35 и соответствующий ему $K_{жс}$ = 0,046.

в/ Максимальная разность температур Δt_x по формуле (7) при $K_{жс}$ = 0,046 и n = 0,32 / см. табл. 7 /

$$\Delta t_x = \frac{n \cdot \Delta t_p}{\sqrt{X}} = \frac{0,32 \cdot 5,0}{\sqrt{4,0}} = 0,8^\circ,$$

что соответствует Δt_{cp} /см.формулу 4/

$\Delta t_{cp} = 0,5 \Delta t_x = 0,5 \times 0,8 = 0,4\ ^\circ$; полученное значение меньше заданного.

г/ Значение критерия Архимеда согласно Табл. I

$$Ar = \frac{g \cdot b_0 \Delta t_p}{V_0^2 T_B} = \frac{981 \cdot 0,6 \cdot 5}{5^2 (273+20)} = 0,004;$$ полученное значение Ar меньше допускаемого Ar = 0,0076.

д/ Определяем суммарную площадь живого сечения перфорированных воздухораспределителей при заданном воздухообмене

$$F_o = \frac{L}{3600\ V_o} = \frac{10.000}{3600 \times 5,0} = 0,55\ м^2,$$

При этих условиях могут быть использованы следующие воздухораспределители / см. приложение I /:

один № 8 / F_o = 0,6I м^2 /,

два № 4 / F_o = 2x0,30 м^2/,

три № 3 / F_o = 3x0,23 м^2 /,

четыре № 2 / F_o = 4x0,I5 м^2 /,

семь № I / F_o = 7x0,08 м^2 /.

Выбор количества воздухораспределителей определяется местными условиями.

е/ Потери давления в воздухораспределителе ΔP определяются согласно данным п. 7 и II.

Если по местным условиям требуется установить два воздухораспределителя № 4 при $K_{жс}$ = 0,046, коэффициент местного сопротивления $\zeta_м$ принимается по табл. 9 равным 2,0.

Площадь начального сечения воздухораспределителя принимается по приложению I равной 0,20 м^2.

Количество воздуха на один воздухораспределитель

$$L_н = \frac{10.000}{2} = 5000\ м^3/ч.$$

Скорость в корне воздухораспределителя

$$V_н = \frac{L_н}{3600\ F_н} = \frac{5000}{3600 \times 0,20} = 6,9\ м/сек.$$

Динамическое давление при $V_н$ = 6,9 м/сек

$$\frac{V_н^2 \gamma}{2g} = 2,9I\ кГ/м^2.$$

Потери давления в воздухораспределителе определяются по формуле (5)

$$\Delta P = \zeta_н \frac{V_н^2 \gamma}{2g} = 2{,}0 \times 2{,}9I = 5{,}82 \text{ кГ/м}^2 .$$

ж/ Ширина воздушного потока b_x на границе рабочей зоны при X = 4,0 м принимается по табл. 8 равной 2,0 м.

Пример 2.

Раздать через один прямоугольный воздухораспределитель длиной не более l_o = 9,0 м $L_н$ = 5000 м^3/ч воздуха.

Дано:

X = 4,0 м,

$\Delta t_р$ = 5,0^0,

$t_в$ = 20^0,

V_o = 5,0 м/сек / не более/,

V_x = I,0 м/сек /не более/,

Δt_x = I,0^0 / не более/.

Определить:

ширину перфорированного участка b_o,

размеры воздухораспределителя $h_н$ и $h_к$,

потери давления в воздухораспределителе Δ Р.

Решение:

а/ Определяем требуемую ширину перфорированного участка по формуле

$$b_o^{тр.} = \frac{L_н}{3600 \cdot V_o l_o K_{ж.с.}} .$$

Полученное значение $b_o^{тр}$ должно быть меньше или равно максимально возможной ширине, определяемой из формулы (I′),

где m принимается по табл. 2.

При $K_{жс}$ = 0,046 $\quad b_o^{тр} = \dfrac{5000}{3600x5,0x9,0x0,046} = 0,67$ м

согласно Табл. I

$$A_ч = \frac{9,8Ix0,67x5}{5^2\ /273+20/} = 0,0045 < 0,0076,$$

$$b_o = 4,0\ (\frac{I,0}{0,45 \times 5,0})^2 = 0,79 > 0,67.$$

При $K_{жс}$ = 0,062 $\quad b_o^{тр} = \dfrac{5000}{3600x5,0x9,0x0,062} = 0,49$ м

согласно Табл. I

$$A_ч = \frac{9,8Ix0,49x5}{5^2\ /273+20/} = 0,0033 < 0,0088,$$

$$b_o = 4,0\ /\ \frac{I,0}{0,53 \times 5,0}\ /^2 = 0,57 > 0,49.$$

При $K_{жс}$ = 0,092 $\quad b_o^{тр} = \dfrac{5000}{3600x5,0x9,0x0,092} = 0,34$ м

согласно Табл. I

$$A_ч = \frac{9,8Ix0,34x5}{5^2\ /273+\ 20\ /} = 0,0023 < 0,0107,$$

$$b_o = 4,0\ /\ \frac{I,0}{0,65x5,0\ /}\ /^2 = 0,38 > 0,34.$$

Выбор ширины перфорированного участка предопределяется местными условиями.

б/ Определяем максимальную разность температур Δt_x по формуле (3) $\quad \Delta t_x = \dfrac{n \cdot \Delta t_o \cdot \sqrt{b_o}}{\sqrt{x}}$,

где n принимается по табл. 3.

При $K_{ж.с.}=0{,}046$ $\Delta t_x = \frac{0{,}40 \cdot 5{,}0\sqrt{0{,}67}}{\sqrt{4{,}0}} = 0{,}8^\circ$;

$K_{ж.с.}=0{,}062$ $\Delta t_x = \frac{0{,}48 \cdot 5{,}0\sqrt{0{,}49}}{\sqrt{4{,}0}} = 0{,}8^\circ$;

$K_{ж.с.}=0{,}092$ $\Delta t_x = \frac{0{,}58 \cdot 5{,}0\sqrt{0{,}34}}{\sqrt{4{,}0}} = 0{,}8^\circ$;

полученная величина меньше заданной.

г/ Определяем размеры $h_н$ и $h_к$ воздухораспределителя.

Если по местным условиям требуется установить воздухораспределитель с шириной перфорированного участка b_o = 0,49 м при $K_{жс}$ = 0,062, размеры воздухораспределителя определяются по формулам, приведенным в приложении I:

$h_к$ = 0,I65b_o = 0,I65х0,49= 0,08 м,

$h_н$ = $h_к$ +0,0285 l_o =0,08+0,0285х9,0=0,34 м.

д/ Потери давления в воздухораспределителе ΔP определяются согласно данным п. 6 и 7.

Площадь живого сечения перфорированного участка F_o определяется по формуле

$F_o = b_o l_o K_{ж.с.}$=0,49х9,0х0,062=0,27 м^2;

площадь начального сечения воздухораспределителя

$F_н = b_o h_н$ = 0,49х0,34=0,I7 м^2;

площадь конечного сечения воздухораспределителя

$F_к = b_o h_к$ = 0,49х0,08=0,04 м^2.

Коэффициент местного сопротивления $\zeta_н$ при $F_о/F_н = \frac{0,27}{0,I7} = I,6$ и $F_к/F_н = \frac{0,04}{0,I7} = 0,24$ принимается по табл. 5 равным I,96.

Скорость в корне воздухораспределителя

$$V_н = \frac{L_н}{3600 F_н} = \frac{5000}{3600 \times 0,I7} = 8,2 \text{ м/сек.}$$

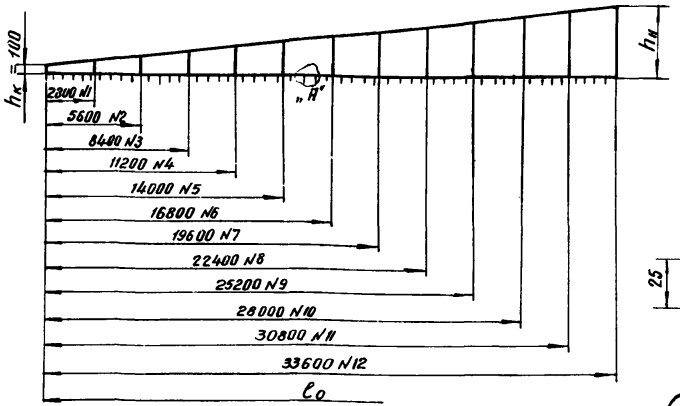
Динамическое давление при $V_н = 8,2$ м/сек

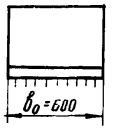
$$\frac{V_н^2 \gamma}{2g} = 4,II \text{ кГ/м}^2.$$

Потери давления в воздухораспределителе ΔP определяются по формуле (5)

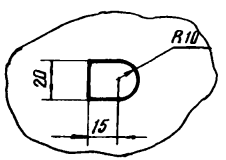
$$\Delta P = \zeta_н \frac{V_н^2 \gamma}{2g} = I,96 \times 4,II = 8,I \text{ кГ/м}^2.$$

Прямоугольные перфорированные воздухораспределители.









Узел „А"

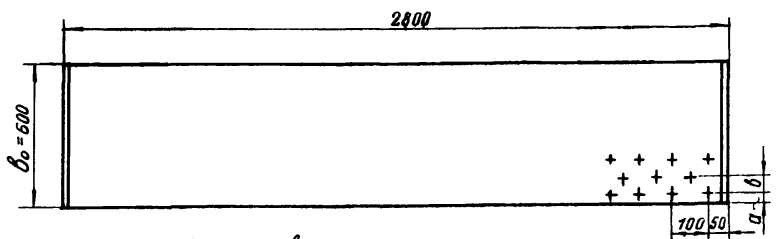
Параметры воздухораспределителя		№ воздухораспределителя											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
h, мм	Кж.с. 0,046	160	220	280	340	400	460	520	580	640	700	760	820
	Кж.с. 0,062	180	260	340	420	500	580	660	740	820	—	—	—
	Кж.с. 0,092	220	340	460	580	700	820	—	—	—	—	—	—
F_o, м^2	Кж.с. 0,046	0,08	0,15	0,23	0,30	0,38	0,46	0,54	0,61	0,70	0,77	0,86	0,92
	Кж.с. 0,062	0,10	0,20	0,30	0,41	0,52	0,61	0,72	0,81	0,92	—	—	—
	Кж.с. 0,092	0,15	0,30	0,41	0,81	0,77	0,92	—	—	—	—	—	—
$F_н$, м^2	Кж.с. 0,046	0,10	0,13	0,17	0,20	0,24	0,27	0,31	0,35	0,38	0,42	0,46	0,49
	Кж.с. 0,062	0,11	0,16	0,20	0,25	0,30	0,35	0,39	0,44	0,49	—	—	—
	Кж.с. 0,092	0,13	0,20	0,27	0,35	0,42	0,49	—	—	—	—	—	—

$h_к = 0,165\, b_o$,

$h_н = h_к + 0,0215\, l_o$ при Кжс = 0,046,

$h_н = h_к + 0,0285\, l_o$ при Кжс = 0,062,

$h_н = h_к + 0,043\, l_o$ при Кжс = 0,092.

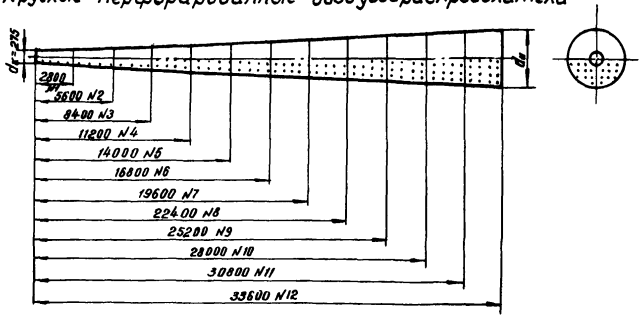


Секция воздухораспределителя

(вид снизу)

Число рядов отверстий	Кж.с.	d мм	b мм
6	0,046	50	100
8	0,062	35	70
12	0,092	25	50

Круглые перфорированные воздухораспределители



Параметры воздухораспределителя		№ воздухораспределителя											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$D_н$, мм	Кж.с. 0,046	350	410	465	510	555	595	630	670	700	735	760	785
	Кж.с. 0,062	370	445	510	565	620	665	710	765	785	—	—	—
	Кж.с. 0,092	410	510	595	670	735	785	—	—	—	—	—	—
F_o, м²	Кж.с. 0,046	0,06	0,14	0,23	0,32	0,42	0,53	0,64	0,77	0,89	1,02	1,15	1,29
	Кж.с. 0,062	0,09	0,19	0,32	0,46	0,61	0,77	0,94	1,13	1,29	—	—	—
	Кж.с. 0,092	0,14	0,32	0,53	0,77	1,02	1,29	—	—	—	—	—	—
$F_н$, м²	Кж.с. 0,046	0,10	0,13	0,17	0,20	0,24	0,28	0,31	0,35	0,39	0,42	0,45	0,50
	Кж.с. 0,062	0,11	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	—	—	—
	Кж.с. 0,092	0,13	0,28	0,28	0,35	0,48	0,50	—	—	—	—	—	—

т-08070 от 27/У-1966 г. Заказ 463 Тираж 4000

Печатно-множительная лаборатория института Гипротис
Москва В-465, Новые Черемушки, квартал 28, корпус 3

gost.e-ecolog.ru