

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ  
САНТЕХПРОЕКТ

УТВЕРЖДАЮ:

Главный инженер института  
*Семин* И. Староверов

УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ

воздухораздачи через перфорированные  
воздухораспределители

Заместитель  
главного инженера

Начальник технического  
отдела

Начальник отдела типового  
проектирования

Руководитель темы

Исполнитель

*Футин* Ф. Гулишамбаров

*СФ* С. Финкельштейн

*Тулуп* Г. Тулупов

Г. Кацнельсон

*Моор* Л. Моор

Данный материал согласован с ЛИОТом.

Москва, 1966



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

Воздухоораздачу через перфорированные воздуховоды целесообразно применять в помещениях:

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

с пылевыведениями, 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 воздухоораспределителя до границы рабочей зоны, м;

$V_0$  - скорость воздуха на выходе из воздухоораспределителя в его живом сечении, м/сек;

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

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

$V_H$  - скорость воздуха в начальном сечении воздухоораспределителя, м/сек;

$g$  - ускорение силы тяжести,  $9,81 \text{ м/сек}^2$ ;

$t_o$  - температура воздуха на выходе из воздухораспределителя, °С;

$t_x$  - максимальная /осевая/ температура воздуха на расстоянии  $X$ , °С;

$t_{cp}$  - средняя температура воздуха при его поступлении в рабочую зону, °С;

$T_B; t_B$  - температура воздуха в рабочей зоне  $T_B = 273 + t_B$ ;

$\Delta t_p$  - рабочая разность температур  $\Delta t_p = t_o - t_B$ ;

$\Delta t_x$  - максимальная разность температур  $\Delta t_x = t_x - t_B$ ;

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

$F_o$  - площадь живого сечения перфорированного участка воздухораспределителя, м<sup>2</sup>;

$F_H$  - площадь начального сечения воздухораспределителя, м<sup>2</sup>;

$F_K$  - площадь конечного сечения воздухораспределителя, м<sup>2</sup>;

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

$$K_{ж.с.} = \frac{F_o}{b_o l_o} ;$$

$b_o$  - ширина перфорированного участка, м;

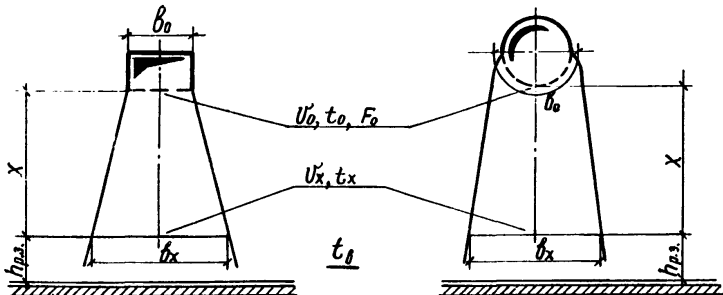
$b_x$  - ширина потока на расстоянии  $X$ , м;

$l_o$  - длина перфорированного участка, м;

$m; n$  - экспериментальные постоянные;

$\xi_H$  - коэффициент местного сопротивления, отнесенный к скорости в сечении  $F_H$  ;

$\Delta P$  - потери давления в воздухораспределителе, кг/м<sup>2</sup>.



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  $b_0$  ;

критерий Архимеда  $Ar = \frac{g \cdot b_0 \Delta t_p}{V_0^2 T_0}$

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

$$V_x = \frac{m V_0 \sqrt{b_0}}{\sqrt{X}} \quad (1)$$

Ширина перфорированного участка  $b_0 = X \left( \frac{V_x}{m V_0} \right)^2$ , (1')

где величина  $m$  принимается по табл. 2

Таблица 2

К ж.с.	0,046	0,062	0,092
<i>m</i> /прямоугольный воздухо- распределитель/	0,45	0,53	0,65
<i>m</i> /круглый воздухорас- пределитель/	0,21	0,24	0,29

Значение  $V_0$  в случае нормируемого уровня шума принимается равным 5-6 м/сек.

2. Средняя скорость / по площади/

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

3. Максимальная разность температур

$$\Delta t_x = \frac{n \Delta t_p \sqrt{B_0}}{\sqrt{X}}, \quad (3)$$

где

величина  $n$  принимается по табл. 3.

Таблица 3

К ж.с.	0,046	0,062	0,092
<i>n</i> /прямоугольный воздухо- распределитель/	0,40	0,48	0,58
<i>n</i> /круглый воздухораспре- делитель/	0,19	0,22	0,26

4. Средняя разность температур / по площади/

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

5. Ширина потока  $b_x$  на расстоянии  $X$  принимается по

Таблица 4

табл. 4

$x/b_0$	: 1	: 2	: 3	: 4	: 5	: 6	: 7	: 8	: 9	: 10
$b_x/b_0$ /прямоуголь- ный возду- хораспреде- литель/	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,5
$b_x/b_0$ /круглый воздухорас- предели- тель /	2,4	4,0	5,2	6,1	6,6	7,1	7,5	8,0	-	-

6. Коэффициент местного сопротивления  $\zeta_{л}$ , отнесенный к скорости воздуха в сечении  $F_H$ , принимается по табл. 5.

Таблица 5

$F_k/F_H$	$F_0/F_H$								
:	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	:
0,2	15	7,0	5,0	3,3	2,5	2,3	2,0	1,9	
0,4	13,8	6,2	4,0	3,0	2,3	1,9	1,8	1,7	
0,6	13	6,0	3,6	2,7	2,1	1,8	1,7	1,6	
0,8	12,5	5,9	3,5	2,5	2,0	1,7	1,6	1,5	
1,0	12	5,8	3,4	2,4	2,0	1,7	1,6	1,5	

7. Потери давления в воздухораспределителе

$$\Delta P = \zeta_H \frac{V_H^2 \gamma}{2g} . \quad (5)$$

II Расчет воздухоораспределителей по схемам приложений I и 2

В приложении I даны схема и основные размеры 12 номеров прямоугольных воздухоораспределителей с шириной перфорированного участка  $\ell_0 = 0,6$  м.

Расчет ведется по следующим формулам:

8. Максимальная скорость

$$V_x = \frac{m V_0}{\sqrt{X}}, \quad (6)$$

где

величина  $m$  принимается по табл. 6.

Таблица 6

К ж.с.	: 0,046	: 0,062	: 0,092
$m$	: 0,35	: 0,41	: 0,50

9. Максимальная разность температур

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

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

10. Ширина потока  $b_x$  на расстоянии  $X$  принимается по табл. 8.

Таблица 8

$x, \text{ м}$	: 1,0	: 1,5	: 2,0	: 2,5	: 3,0	: 3,5	: 4,0	: 4,5	: 5,0	: 6,0
$b_x, \text{ м}$	: 0,9	: 1,1	: 1,3	: 1,5	: 1,7	: 1,9	: 2,0	: 2,2	: 2,4	: 2,7



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

Таблица 9

К ж.с.	№ воздухоораспределителя											
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	-	-	-
0,092	2,4	2,0	2,0	2,0	1,8	1,8	-	-	-	-	-	-

В приложении 2 даны схема и основные размеры 12 номеров круглых воздухоораспределителей; в этом случае расчет ведется по формуле (6) и (7).

12. Величина  $M$  принимается по табл. 10.

Таблица 10

К ж.с.	№ воздухоораспределителя											
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,046	0,15	0,15	0,16	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19
0,062	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	-	-	-
0,092	0,21	0,23	0,24	0,25	0,25	0,26	-	-	-	-	-	-

13. Величина  $N$  принимается по табл. 11

Таблица 11

К ж.с.	№ воздухоораспределителя											
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,046	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17
0,062	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,19	0,19	0,19	0,20	-	-	-
0,092	0,19	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	-	-	-	-	-	-

14. Средняя ширина потока  $V_x$  на расстоянии  $X$  принимается по табл. 12.

Таблица 12

$x, \text{ м}$	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0
$V_x, \text{ м}$	2,1	2,8	3,3	3,8	4,2	4,5	4,7	4,9	5,1	5,5

15. Коэффициент местного сопротивления  $\zeta_K$  принимается по табл. 13

Таблица 13

К ж.с.	№ воздухоораспределителя											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,046	5,1	2,4	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
0,062	3,8	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	-	-	-
0,092	2,3	1,9	1,7	1,6	1,6	1,6	-	-	-	-	-	-

Пример 1

Раздать через прямоугольные воздухоораспределители / см. приложение I /  $L = 10.000 \text{ м}^3/\text{ч}$  воздуха.

Дано:

$$X = 4,0 \text{ м};$$

$$\Delta t_p = 5^\circ;$$

$V_0 = 5,0 \text{ м/сек}$  /не более/ - из условия допустимого уровня шума в помещении;

$$V_{cp} = 0,5 \text{ м/сек}$$
 / не более /;

$$\Delta t_{cp} = 0,5^\circ$$
 / не более/;

$$t_B = 20^\circ.$$

Определить:

коэффициент живого сечения воздухораспределителя;

№ воздухораспределителя;

потери давления в воздухораспределителе  $\Delta P$ .

ширину воздушного потока при поступлении его в рабочую зону  $B_x$ .

Решение:

а/ Определяем из формулы (2) допускаемую максимальную скорость

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

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  $\Delta t_x$  по формуле (7) при  $K_{жс} = 0,046$  и  $\pi = 0,32$  / см. табл. 7 /

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

что соответствует  $\Delta t_{cp}$  / см. формулу 4 /

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

г/ Значение критерия Архимеда согласно Табл. I

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

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

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

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

$$\text{один № 8 / } F_o = 0,61 \text{ м}^2 /,$$

$$\text{два № 4 / } F_o = 2 \times 0,30 \text{ м}^2 /,$$

$$\text{три № 3 / } F_o = 3 \times 0,23 \text{ м}^2 /,$$

$$\text{четыре № 2 / } F_o = 4 \times 0,15 \text{ м}^2 /,$$

$$\text{семь № 1 / } F_o = 7 \times 0,08 \text{ м}^2 /.$$

Выбор количества воздухораспределителей определяется местными условиями.

е/ Потери давления в воздухораспределителе  $\Delta P$  определяются согласно данным п. 7 и II.

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

Площадь начального сечения воздухораспределителя принимается по приложению I равной 0,20 м<sup>2</sup>.

Количество воздуха на один воздухораспределитель

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

Скорость в корне воздухораспределителя

$$V_n = \frac{L_n}{3600 F_n} = \frac{5000}{3600 \times 0,20} = 6,9 \text{ м/сек}.$$

Динамическое давление при  $V_n = 6,9 \text{ м/сек}$

$$\frac{V_n^2 \gamma}{2g} = 2,91 \text{ кг/м}^2.$$

Потери давления в воздухоораспределителе определяются по формуле (5)

$$\Delta P = \sum_n \frac{V_n^2 \gamma}{2g} = 2,0 \times 2,91 = 5,82 \text{ кг/м}^2.$$

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

Пример 2.

Раздать через один прямоугольный воздухоораспределитель длиной не более  $l_0 = 9,0$  м  $L_n = 5000$  м<sup>3</sup>/ч воздуха.

Дано:

$$\begin{aligned} X &= 4,0 \text{ м,} \\ \Delta t_p &= 5,0^\circ, \\ t_B &= 20^\circ, \\ V_0 &= 5,0 \text{ м/сек / не более/,} \\ V_X &= 1,0 \text{ м/сек /не более/,} \\ \Delta t_X &= 1,0^\circ / \text{ не более/.} \end{aligned}$$

Определить:

ширину перфорированного участка  $b_0$ ,  
размеры воздухоораспределителя  $h_n$  и  $t_n$ ,  
потери давления в воздухоораспределителе  $\Delta P$ .

Решение:

а/ Определяем требуемую ширину перфорированного участка по формуле

$$b_0^{тр} = \frac{L_n}{3600 \cdot V_0 \cdot l_0 \cdot \kappa_{ж.с.}}$$

Полученное значение  $b_0^{тр}$  должно быть меньше или равно максимально возможной ширине, определяемой из формулы (1'),

где  $m$  принимается по табл. 2.

$$\text{При } K_{\text{жс}} = 0,046 \quad b_o^{\text{нр}} = \frac{5000}{3600 \times 5,0 \times 9,0 \times 0,046} = 0,67 \text{ м}$$

согласно Табл. I

$$A\alpha = \frac{9,81 \times 0,67 \times 5}{5^2 / 273 + 20} = 0,0045 < 0,0076 ,$$

$$b_o = 4,0 \left( \frac{1,0}{0,45 \times 5,0} \right)^2 = 0,79 > 0,67 .$$

$$\text{При } K_{\text{жс}} = 0,062 \quad b_o^{\text{нр}} = \frac{5000}{3600 \times 5,0 \times 9,0 \times 0,062} = 0,49 \text{ м}$$

согласно Табл. I

$$A\alpha = \frac{9,81 \times 0,49 \times 5}{5^2 / 273 + 20} = 0,0083 < 0,0088 ,$$

$$b_o = 4,0 / \frac{1,0}{0,53 \times 5,0} / ^2 = 0,57 > 0,49 .$$

$$\text{При } K_{\text{жс}} = 0,092 \quad b_o^{\text{нр}} = \frac{5000}{3600 \times 5,0 \times 9,0 \times 0,092} = 0,34 \text{ м}$$

согласно Табл. I

$$A\alpha = \frac{9,81 \times 0,34 \times 5}{5^2 / 273 + 20} = 0,0023 < 0,0107 ,$$

$$b_o = 4,0 / \frac{1,0}{0,65 \times 5,0} / ^2 = 0,38 > 0,34 .$$

Выбор ширины перфорированного участка предопределяется местными условиями.

б/ Определяем максимальную разность температур  $\Delta t_x$  по формуле (3)

$$\Delta t_x = \frac{n \cdot \Delta t_p \cdot \sqrt{b_o}}{\sqrt{X}} ,$$

где  $\eta$  принимается по табл. 3.

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

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

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

полученная величина меньше заданной.

г/ Определяем размеры  $h_n$  и  $h_k$  воздухораспределителя.

Если по местным условиям требуется установить воздухораспределитель с шириной перфорированного участка  $b_0 = 0,49$  м при  $K_{жс} = 0,062$ , размеры воздухораспределителя определяются по формулам, приведенным в приложении I:

$$h_k = 0,165 b_0 = 0,165 \times 0,49 = 0,08 \text{ м,}$$

$$h_n = h_k + 0,0285 b_0 = 0,08 + 0,0285 \times 0,49 = 0,34 \text{ м.}$$

д/ Потери давления в воздухораспределителе  $\Delta P$  определяются согласно данным п. 6 и 7.

Площадь живого сечения перфорированного участка  $F_0$  определяется по формуле

$$F_0 = b_0 \ell_0 K_{ж.с.} = 0,49 \times 9,0 \times 0,062 = 0,27 \text{ м}^2;$$

площадь начального сечения воздухораспределителя

$$F_n = b_0 h_n = 0,49 \times 0,34 = 0,17 \text{ м}^2;$$

площадь конечного сечения воздухораспределителя

$$F_k = b_0 h_k = 0,49 \times 0,08 = 0,04 \text{ м}^2.$$

Коэффициент местного сопротивления  $\zeta_H$   
при  $\frac{F_0}{F_H} = \frac{0,27}{0,17} = 1,6$  и  $\frac{F_K}{F_H} = \frac{0,04}{0,17} = 0,24$  принимается по табл. 5 равным 1,96.

Скорость в корне воздухораспределителя

$$V_H = \frac{L_H}{3600 F_H} = \frac{5000}{3600 \times 0,17} = 8,2 \text{ м/сек.}$$

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

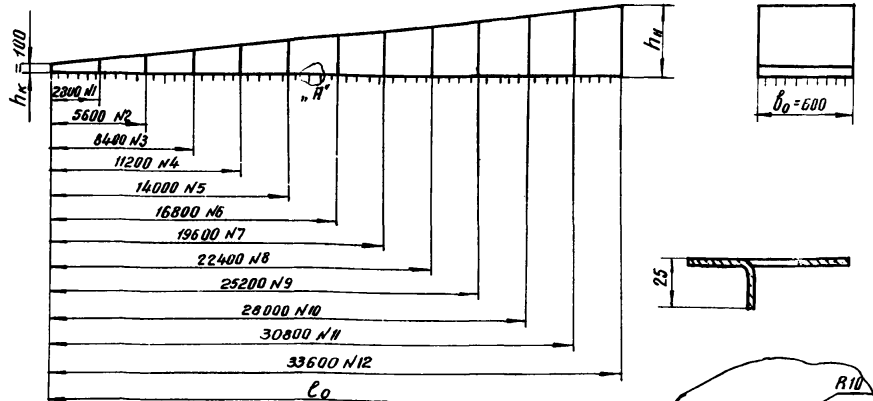
$$\frac{V_H^2 \gamma}{2g} = 4,11 \text{ кг/м}^2.$$

Потери давления в воздухораспределителе  $\Delta P$  определяются по формуле (5)

$$\Delta P = \zeta_H \frac{V_H^2 \gamma}{2g} = 1,96 \times 4,11 = 8,1 \text{ кг/м}^2.$$



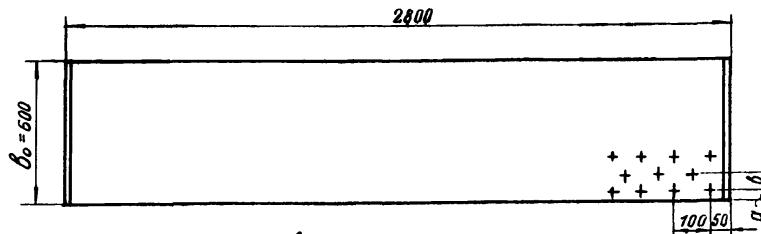
Прямоугольные перфорированные воздухораспределители.



Узел „А“

Параметры воздухо- распре- дителя	№ воздухораспределителя												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
$h, \text{мм}$	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	—	—	—	—	—	—
$F_0, \text{м}^2$	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	0,61	0,77	0,92	—	—	—	—	—	—
$F_H, \text{м}^2$	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	—	—	—	—	—	—

$h_k = 0,165 b_0,$   
 $h_n = h_k + 0,0215 L_0$  при Кж.с. = 0,046,  
 $h_n = h_k + 0,0285 L_0$  при Кж.с. = 0,062,  
 $h_n = h_k + 0,043 L_0$  при Кж.с. = 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



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

---

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