



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

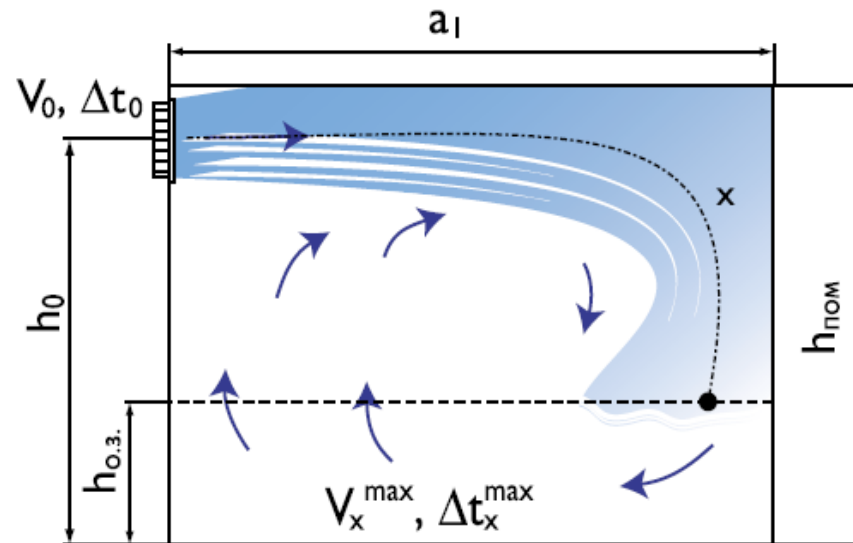
# Практические занятия №6-8

Раздел: аэродинамические основы организации воздухообмена в помещении  
тема: подбор воздухораспределителя

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ (ЗАНЯТИЕ 6)



Исходными данными к расчёту воздухораспределения являются:  
размеры помещения, воздухообмен, высота рабочей зоны, допустимые скорость и избыточная температура на входе струи в рабочую зону, коэффициенты сжатия, неизотермичности, взаимодействия и перехода.  
Тип воздухораспределителя выбирается исходя из архитектурно-планировочных решений, характера технологического процесса и требований в параметрам в струе на входе в рабочую зону.



Так как подбор воздухораспределителя выполняется после акустического расчёта, то на этот момент уже известен допустимый уровень шума, который может создать воздухораспределитель. По этой величине, а также воздухообмену и с учётом размеров помещения подбирается модель решётки по следующей таблице.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ (ЗАНЯТИЕ 6)

| Тип ВР                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Положение регулирующего элемента | m*   | n   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------|-----|
| АМН, АМР, АМН-К, АМР-К                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | $\alpha_1 = 0^\circ$             | 8,4  | 5,1 |
| АМН, АМР, АМН-К, АМР-К                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | $\alpha_1 = 30^\circ$            | 6,2  | 3,7 |
| Примечание:<br>Жалюзи однорядных решеток АМН, АМР, АМН-К, АМР-К расположены параллельно стороне А.<br>При установке на стене возможны два варианта:<br>- сторона "А" - горизонтально, жалюзи решетки повернуты на угол $\alpha_1 = 30^\circ$ в сторону потолка<br>- сторона "А" - вертикально, жалюзи решетки повернуты веерно от оси на угол $\alpha_1 = 30^\circ$ |                                  |      |     |
| АДН, АДР, АДН-К, АДР-К                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | $\alpha_1 = \alpha_2 = 0^\circ$  | 8,4  | 5,1 |
| АДН, АДР, АДН-К, АДР-К                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | $\alpha_1 = \alpha_2 = 30^\circ$ | 5,3  | 3,2 |
| Примечание:<br>В двухрядных решетках АДН, АДР, АДН-К, АДР-К жалюзи наружного ряда параллельны стороне "А", а внутреннего - перпендикулярны ей.<br>При установке на стене сторона "А" должна быть вертикальна.<br>Наружный ряд жалюзи повернут на $\alpha_1 = 30^\circ$ веерно,<br>внутренний ряд жалюзи повернут на $\alpha_2 = 30^\circ$ в сторону потолка         |                                  |      |     |
| АЛН, АЛР, АЛН-К, АЛР-К                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | -                                | 8,4  | 5,1 |
| ВГК, ВГК-К                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | $\alpha_1 = 0^\circ$             | 2,9  | 1,8 |
| 1АРС, 1АЛС                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | $\alpha_1 = 0^\circ$             | 1,1  | 0,6 |
| 2АРС, 2АЛС                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | $\alpha_1 = 0^\circ$             | 1,6  | 0,8 |
| 3АРС, 3АЛС                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | $\alpha_1 = 0^\circ$             | 2,0  | 1,1 |
| 4АРС, 4АЛС                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | $\alpha_1 = 0^\circ$             | 2,2  | 1,2 |
| 5АРС, 5АЛС                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | $\alpha_1 = 0^\circ$             | 2,5  | 1,4 |
| 6АРС, 6АЛС                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | $\alpha_1 = 0^\circ$             | 2,8  | 1,5 |
| ДПУ-М                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | b = 0,2А                         | 2,1  | 1,3 |
| ДПУ-К                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | b = 0,15А                        | 2,8  | 1,2 |
| ДПУ-С                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | -                                | 12,0 | 7,2 |
| ДПУ-В                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | b = 0 мм                         | 5,0  | 3,0 |
| 1АПН, 1АПР                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | -                                | 6,5  | 4,0 |
| Примечание: 1АПН, 1АПР установлен на потолке у стены                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |      |     |
| 1ВПТ, 1ВКТ, 2ВКТ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | схема 2                          | 1,2  | 1,0 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | схема 4                          | 2,0  | 1,2 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | схема 5                          | 2,8  | 1,7 |
| ВПЗ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -                                | 3,2  | 1,9 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | схема 1                          | 8,4  | 5,1 |
| 1ВПС, 2ВПС, 2ВПС-П, 1ВКС                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | схема 1                          | 8,4  | 5,1 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | схема 2                          | 3,4  | 2,0 |

\* - значения m для условий настилая

| A × B,<br>мм | F <sub>0</sub> ,<br>м² | L <sub>WA</sub> < 20 дБ(A),<br>ΔP <sub>n</sub> ≤ 1 Па |                                                    |     |                          | L <sub>WA</sub> ≤ 20 дБ(A) |                                                    |     |                          | L <sub>WA</sub> = 25 дБ(A) |                                                    |     |                          | L <sub>WA</sub> = 35 дБ(A) |                                                    |      |                          | L <sub>WA</sub> = 45 дБ(A) |                                                    |      |  |
|--------------|------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----|--------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|-----|--------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|-----|--------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|------|--------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|------|--|
|              |                        | L <sub>0</sub> ,<br>м³/ч                              | дально-<br>бойность, м<br>при V <sub>x</sub> , м/с |     | L <sub>0</sub> ,<br>м³/ч | ΔP <sub>n</sub> ,<br>Па    | дально-<br>бойность, м<br>при V <sub>x</sub> , м/с |     | L <sub>0</sub> ,<br>м³/ч | ΔP <sub>n</sub> ,<br>Па    | дально-<br>бойность, м<br>при V <sub>x</sub> , м/с |     | L <sub>0</sub> ,<br>м³/ч | ΔP <sub>n</sub> ,<br>Па    | дально-<br>бойность, м<br>при V <sub>x</sub> , м/с |      | L <sub>0</sub> ,<br>м³/ч | ΔP <sub>n</sub> ,<br>Па    | дально-<br>бойность, м<br>при V <sub>x</sub> , м/с |      |  |
|              |                        |                                                       | 0,2                                                | 0,5 |                          |                            | 0,2                                                | 0,5 |                          |                            | 0,2                                                | 0,5 |                          |                            | 0,5                                                | 0,75 |                          |                            | 0,5                                                | 0,75 |  |
|              |                        |                                                       |                                                    |     |                          |                            |                                                    |     |                          |                            |                                                    |     |                          |                            |                                                    |      |                          |                            |                                                    |      |  |
| 200 × 100    | 0,014                  | 30                                                    | 2,1                                                | 0,8 | 120                      | 4                          | 8,3                                                | 3,3 | 180                      | 9                          | 13                                                 | 5,0 | 250                      | 17                         | 6,9                                                | 4,6  | 380                      | 38                         | 11                                                 | 7,0  |  |
| 300 × 100    | 0,022                  | 50                                                    | 2,8                                                | 1,1 | 160                      | 3                          | 8,9                                                | 3,6 | 260                      | 7                          | 14                                                 | 5,7 | 350                      | 13                         | 7,7                                                | 5,1  | 520                      | 29                         | 11                                                 | 7,7  |  |
| 400 × 100    | 0,030                  | 65                                                    | 3,1                                                | 1,2 | 200                      | 2                          | 9,6                                                | 3,8 | 350                      | 7                          | 17                                                 | 6,7 | 460                      | 13                         | 8,8                                                | 5,9  | 700                      | 29                         | 13                                                 | 8,9  |  |
| 500 × 100    | 0,039                  | 80                                                    | 3,4                                                | 1,4 | 250                      | 2                          | 11                                                 | 4,3 | 420                      | 6                          | 18                                                 | 7,1 | 580                      | 13                         | 10                                                 | 6,6  | 800                      | 24                         | 14                                                 | 9,1  |  |
| 600 × 100    | 0,047                  | 100                                                   | 3,9                                                | 1,5 | 280                      | 2                          | 11                                                 | 4,3 | 450                      | 5                          | 17                                                 | 7,0 | 680                      | 12                         | 11                                                 | 7,1  | 900                      | 21                         | 14                                                 | 9,3  |  |
| 150 × 150    | 0,017                  | 35                                                    | 2,2                                                | 0,9 | 120                      | 3                          | 7,7                                                | 3,1 | 200                      | 8                          | 13                                                 | 5,1 | 280                      | 15                         | 7,2                                                | 4,8  | 400                      | 31                         | 10                                                 | 6,9  |  |
| 300 × 150    | 0,036                  | 75                                                    | 3,3                                                | 1,3 | 240                      | 2                          | 10                                                 | 4,2 | 380                      | 6                          | 17                                                 | 6,6 | 550                      | 13                         | 10                                                 | 6,4  | 850                      | 30                         | 15                                                 | 10   |  |
| 400 × 150    | 0,050                  | 100                                                   | 3,7                                                | 1,5 | 300                      | 2                          | 11                                                 | 4,5 | 500                      | 6                          | 19                                                 | 7,5 | 750                      | 13                         | 11                                                 | 7,5  | 1000                     | 23                         | 15                                                 | 10   |  |
| 500 × 150    | 0,063                  | 130                                                   | 4,3                                                | 1,7 | 380                      | 2                          | 13                                                 | 5,1 | 600                      | 5                          | 20                                                 | 8,1 | 900                      | 12                         | 12                                                 | 8,0  | 1400                     | 28                         | 19                                                 | 12   |  |
| 600 × 150    | 0,076                  | 150                                                   | 4,6                                                | 1,8 | 440                      | 2                          | 13                                                 | 5,3 | 700                      | 5                          | 21                                                 | 8,6 | 1000                     | 10                         | 12                                                 | 8,1  | 1500                     | 22                         | 18                                                 | 12   |  |
| 700 × 150    | 0,089                  | 170                                                   | 4,8                                                | 1,9 | 520                      | 2                          | 15                                                 | 5,8 | 800                      | 5                          | 22                                                 | 8,9 | 1200                     | 10                         | 14                                                 | 9,0  | 1800                     | 23                         | 20                                                 | 14   |  |
| 800 × 150    | 0,102                  | 200                                                   | 5,2                                                | 2,1 | 600                      | 2                          | 16                                                 | 6,3 | 1000                     | 5                          | 26                                                 | 10  | 1500                     | 12                         | 16                                                 | 10   | 1900                     | 19                         | 20                                                 | 13   |  |
| 200 × 200    | 0,032                  | 70                                                    | 3,2                                                | 1,3 | 220                      | 3                          | 10                                                 | 4,1 | 350                      | 6                          | 16                                                 | 6,5 | 460                      | 11                         | 8,4                                                | 5,6  | 700                      | 26                         | 13                                                 | 8,6  |  |
| 300 × 200    | 0,050                  | 100                                                   | 3,7                                                | 1,5 | 300                      | 2                          | 11                                                 | 4,5 | 500                      | 6                          | 19                                                 | 7,5 | 750                      | 12                         | 11                                                 | 7,4  | 1000                     | 22                         | 15                                                 | 10   |  |
| 400 × 200    | 0,069                  | 130                                                   | 4,1                                                | 1,7 | 400                      | 2                          | 13                                                 | 5,1 | 650                      | 5                          | 20                                                 | 8,2 | 900                      | 10                         | 12                                                 | 7,7  | 1400                     | 23                         | 18                                                 | 12   |  |
| 500 × 200    | 0,087                  | 160                                                   | 4,5                                                | 1,8 | 480                      | 2                          | 14                                                 | 5,4 | 800                      | 5                          | 23                                                 | 9,2 | 1200                     | 11                         | 14                                                 | 9,2  | 1700                     | 22                         | 19                                                 | 13   |  |
| 600 × 200    | 0,105                  | 200                                                   | 5,2                                                | 2,1 | 600                      | 2                          | 15                                                 | 6,2 | 980                      | 5                          | 25                                                 | 10  | 1500                     | 12                         | 16                                                 | 10   | 2000                     | 20                         | 21                                                 | 14   |  |
| 700 × 200    | 0,123                  | 230                                                   | 5,5                                                | 2,2 | 640                      | 2                          | 15                                                 | 6,1 | 1050                     | 4                          | 25                                                 | 10  | 1600                     | 9                          | 15                                                 | 10   | 2200                     | 18                         | 21                                                 | 14   |  |
| 800 × 200    | 0,141                  | 270                                                   | 6,0                                                | 2,4 | 760                      | 2                          | 17                                                 | 6,8 | 1250                     | 5                          | 28                                                 | 11  | 1800                     | 9                          | 16                                                 | 11   | 2600                     | 19                         | 23                                                 | 15   |  |
| 1000 × 200   | 0,177                  | 340                                                   | 6,7                                                | 2,7 | 920                      | 2                          | 18                                                 | 7,3 | 1500                     | 4                          | 30                                                 | 12  | 2000                     | 7                          | 16                                                 | 10   | 3000                     | 16                         | 24                                                 | 16   |  |
| 300 × 300    | 0,079                  | 150                                                   | 4,5                                                | 1,8 | 400                      | 1                          | 12                                                 | 4,8 | 650                      | 4                          | 19                                                 | 7,7 | 1000                     | 9                          | 12                                                 | 7,8  | 1500                     | 20                         | 18                                                 | 12   |  |
| 400 × 300    | 0,107                  | 200                                                   | 5,1                                                | 2,0 | 600                      | 2                          | 15                                                 | 6,1 | 1000                     | 5                          | 25                                                 | 10  | 1400                     | 10                         | 14                                                 | 10   | 1880                     | 17                         | 19                                                 | 13   |  |
| 500 × 300    | 0,135                  | 250                                                   | 5,7                                                | 2,3 | 750                      | 2                          | 17                                                 | 6,8 | 1250                     | 5                          | 29                                                 | 11  | 1800                     | 10                         | 16                                                 | 11   | 2500                     | 19                         | 23                                                 | 15   |  |
| 600 × 300    | 0,163                  | 300                                                   | 6,2                                                | 2,5 | 850                      | 2                          | 18                                                 | 7,0 | 1400                     | 4                          | 29                                                 | 12  | 2000                     | 8                          | 16                                                 | 11   | 2800                     | 17                         | 23                                                 | 15   |  |
| 700 × 300    | 0,191                  | 350                                                   | 6,7                                                | 2,7 | 980                      | 1                          | 19                                                 | 7,5 | 1600                     | 4                          | 30                                                 | 12  | 2200                     | 7                          | 17                                                 | 11   | 3400                     | 18                         | 26                                                 | 17   |  |
| 800 × 300    | 0,219                  | 400                                                   | 7,1                                                | 2,9 | 1100                     | 1                          | 20                                                 | 7,8 | 1800                     | 4                          | -                                                  | 13  | 2500                     | 7                          | 18                                                 | 12   | 3800                     | 17                         | 27                                                 | 18   |  |
| 1000 × 300   | 0,275                  | 500                                                   | 8,0                                                | 3,2 | 1250                     | 1                          | 20                                                 | 8,0 | 2000                     | 3                          | -                                                  | 13  | 3200                     | 7                          | 20                                                 | 13   | 4000                     | 12                         | 25                                                 | 17   |  |

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ (ЗАНЯТИЕ 6)



2. Исходя из следующих условий назначается обслуживаемая площадь для 1 воздухоораспределителя ( $b_1$  – ширина ячейки)

3. Определяется расчётная длина струи

$$x = a_1 + h_0 - h_{p.z.}, \text{ м}$$

4. По номограмме I определяем значения  $V_x$  и  $\Delta t_x$ :

5. В верхнем левом квадрате по  $L_0$  и  $F_0$  находим  $V_0$  м/с (т. А)

6. В нижнем правом квадрате по  $x$  и  $F_0$  находим  $x/\sqrt{F_0}$  (т. В)

7. По  $m$  и  $x/\sqrt{F_0}$  находим т. С

8. По  $V_0$  и т. С находим т. Д в нижнем квадрате и определяем  $V_x$  м/с.

9. В правом верхнем квадрате по  $\Delta t_0$  и  $n$  находим т. Е.

10. По т. Е и т. В находим т. F и определяем  $\Delta t_x$  °C.

11. Вычисляем  $V_x^{max}$  и  $\Delta t_x^{max}$ :

$$V_x^{max} = V_x \cdot K_c \cdot K_n \text{ м/с,} \quad \Delta t_x^{max} = \frac{\Delta t_x}{K_c \cdot K_n} \text{ °C.}$$

12. Сравниваем  $V_x^{max}$  и  $K_n \cdot V_{norm}$ ;  $\Delta t_x^{max}$  и  $\Delta t_{norm}$

$$0.31 \leq \frac{a_1}{m \cdot \sqrt{b_1 \cdot h_{ном}}} \leq 0.62,$$
$$0.8 \leq \frac{b_1}{h_{ном}} \leq 3$$

Если значения скорости и избыточной температуры превышают нормируемые, то выбирается другой воздухоораспределитель.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ (ЗАНЯТИЕ 6)

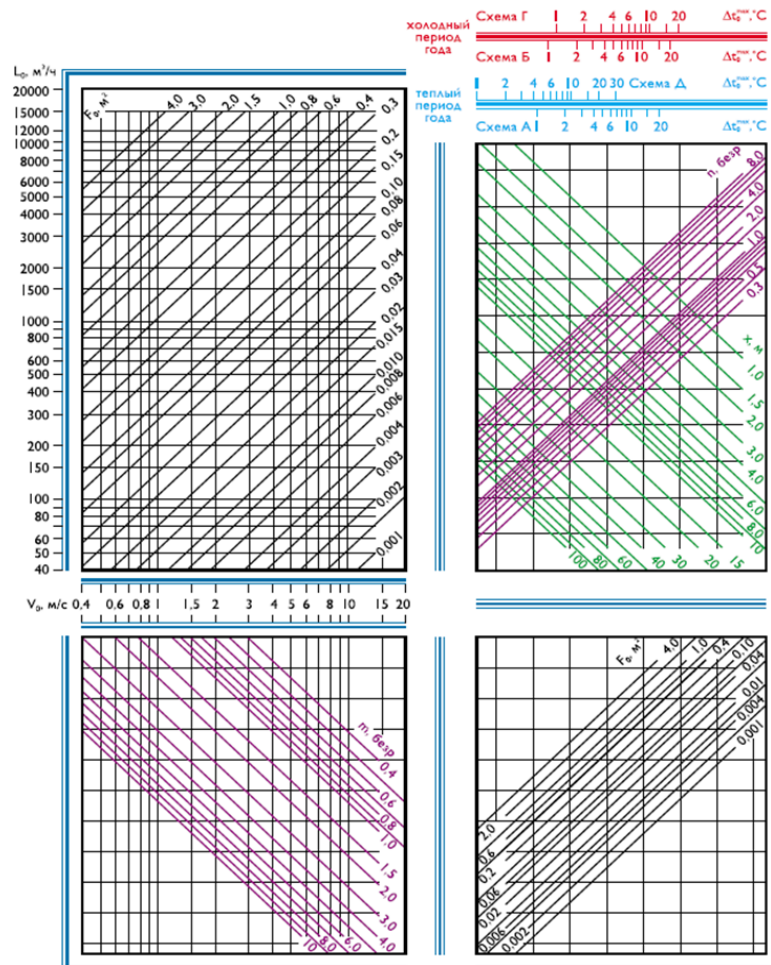


Проверяем условие сохранения расчётной схемы циркуляции. Для этого определяем максимальную избыточную температуру  $\Delta t_0^{max}$  по номограмме II:

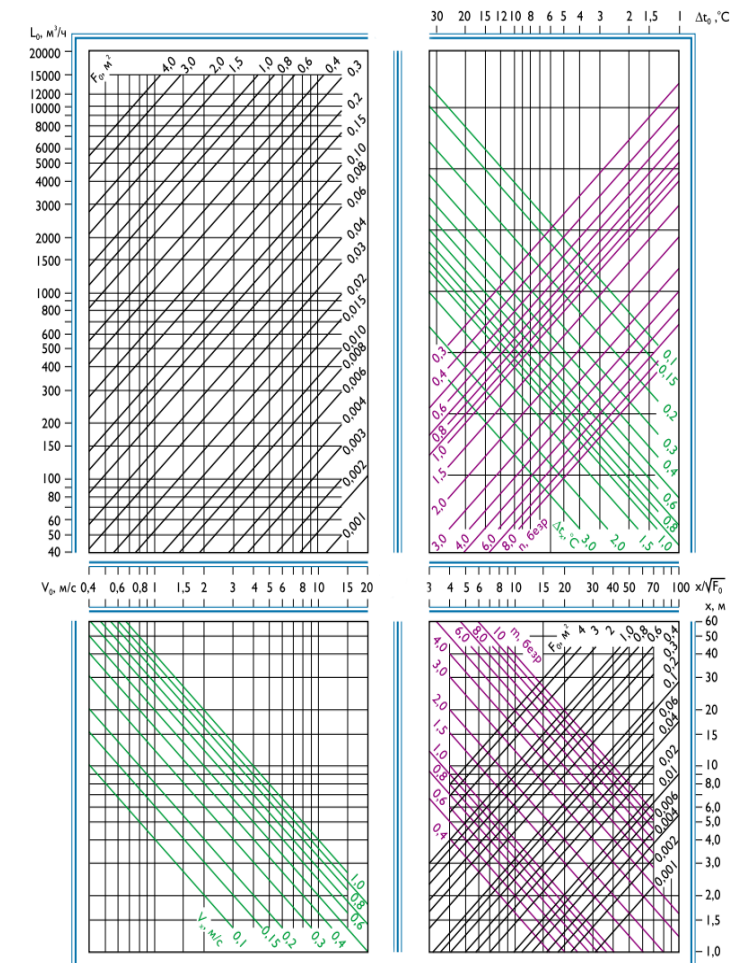
1. В левом верхнем квадрате по  $L_0$  и  $F_0$  находим  $V_0$  м/с (т. А)
  2. По  $V_0$  и  $m$  определяем т. В
  3. По т. В и  $F_0$  находим т. С (правый нижний квадрат)
  4. По т. С и  $x_{отр}=x=a_1$  находим т. D
  5. По т. D и  $n$  находим т. Е по которой и определяем предельное значение  $\Delta t_0^{max}$  °С при котором струя всё ещё настигается на потолок.
- Если  $\Delta t_0^{max} > \Delta t_0$ , то схема циркуляции сохраняется.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ (ЗАНЯТИЕ 6)

## Номограмма II



## Номограмма I



## УСЛОВИЕ ТИПОВОЙ ЗАДАЧИ (ЗАНЯТИЕ 7)

Рассчитать приточную настилающуюся струю от решетки.

Размеры помещения:  $F_{o.z.} = 18 \times 6 = 108 \text{ м}^2$ ,  $L_0 = 1500 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $h_{\text{пом}} = 4 \text{ м}$ ,  $h_{p.z.} = 2 \text{ м}$ ,  $V_{\text{норм}} = 0,5 \text{ м/с}$ ,  $\Delta t_{\text{норм}} = 1 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\Delta t_0 = 3,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Коэффициенты  $K_c = 0.8$ ,  $K_n = 1$ ,  $K_p = 1$ .

По архитектурно-планировочным решениям принято установить решетку АМР-К, работающую по схеме подачи "А" (сверху вниз настилающимися на потолок струями). В ответ вывести значения скорости и избыточной температуры на входе в рабочую зону.

Варианты ответов:

0.4, 0.3 (!)  
0.45, 0.12  
0.28, 0.8  
0.3, 0.09  
0.33, 0.3

## ПОДСКАЗКА (ЗАНЯТИЕ 7)

В случае получения неправильного ответа следует:

1. обратить внимание на условные обозначения, так как индекс при переменной может сильно влиять на её значение;
2. следует помнить, что при настипании струи на потолок её дальность увеличивается в 1.4 раза;
3. внимательно проверить вычисления, при необходимости воспользоваться таблицами Excel или другими средствами автоматизации расчётов.

## ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ (ЗАНЯТИЕ 7)

1. По таблице коэффициентов подбираются скоростной ( $m$ ) и температурный ( $n$ ) коэффициенты для условий настиления.  $m=8.4$ ,  $n=5.1$ .
2. Исходя из следующих условий назначается обслуживаемая площадь для 1 воздухоораспределителя ( $b_1$  – ширина ячейки):

$$0.31 \leq \frac{a_1}{m \cdot \sqrt{b_1 \cdot h_{ном}}} \leq 0.62, \quad 0.31 \leq \frac{18}{8.4 \cdot \sqrt{6 \cdot 4}} = 0.44 \leq 0.62,$$

$$0.8 \leq \frac{b_1}{h_{ном}} \leq 3 \quad 0.8 \leq \frac{6}{4} = 1.5 \leq 3$$

3. Определяется расчётная длина струи:

$$x = a_1 + h_0 - h_{p.з.} = 18 + 4 - 2 = 20, \text{ м}$$

4. По номограмме I определяем значения  $V_x$  и  $\Delta t_x$ :

5. В верхнем левом квадрате по  $L_0$  и  $F_0$  находим  $V_0 = 4.0 \text{ м/с (т. А)}$

6. В нижнем правом квадрате по  $x=20 \text{ м}$  и  $F_0$  находим  $x/\sqrt{F_0} = 62 \text{ (т. В)}$

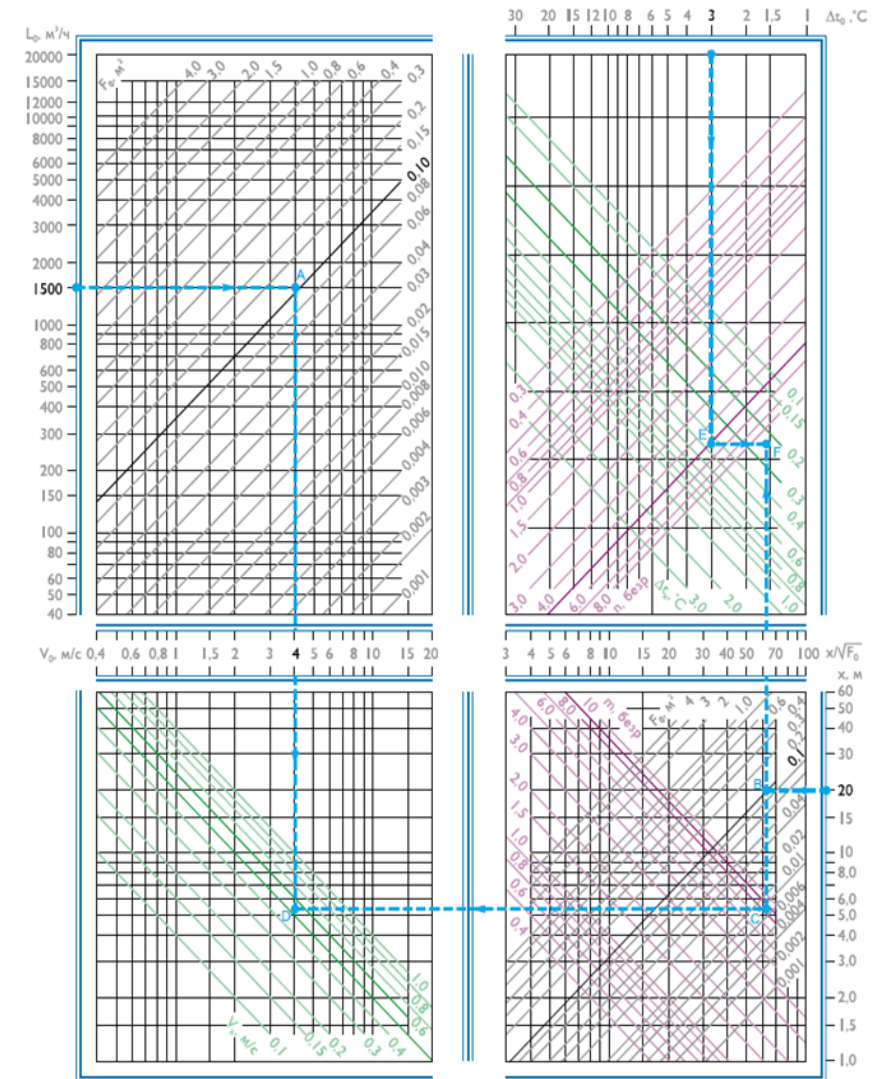
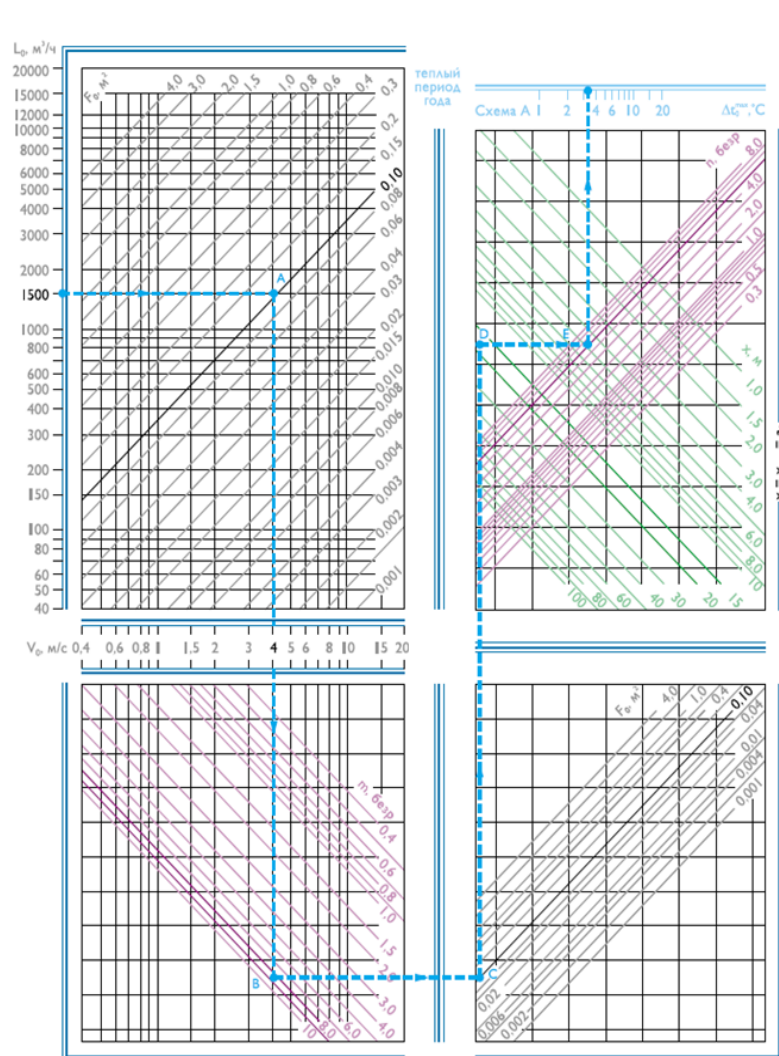
7. По  $m=8.4$  и  $x/\sqrt{F_0} = 62$  находим т. С

8. По  $V_0$  и т. С находим т. Д в нижнем квадрате и определяем  $V_x=0.54 \text{ м/с}$ .

9. В правом верхнем квадрате по  $\Delta t_0$  и  $n$  находим т. Е.

10. По т. Е и т. В находим т. F и определяем  $\Delta t_x = 0.25 \text{ °C}$ .

# ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ (ЗАНЯТИЕ 7)



## ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ (ЗАНЯТИЕ 7)

11. Вычисляем  $V_x^{max}$  и  $\Delta t_x^{max}$ :

$$V_x^{max} = V_x \cdot K_c \cdot K_n = 0.54 \cdot 0.8 \cdot 0.1 = 0.4 \text{ м/с},$$

$$\Delta t_x^{max} = \frac{\Delta t_x}{K_c \cdot K_n} = \frac{0.25}{0.8 \cdot 1.0} = 0.3 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

12. Сравниваем  $V_x^{max}=0.4 \text{ м/с}$  и  $K_n \cdot V_{norm} = 1.0 \cdot 0.5 = 0.5 \text{ м/с}$ ;  $\Delta t_x^{max}=0.3 \text{ } ^\circ\text{C}$  и  $\Delta t_{norm}=1 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Так как нормируемые значения больше, то все условия соблюдаются.

Проверяем условие сохранения расчётной схемы циркуляции. Для этого определяем максимальную избыточную температуру  $\Delta t_0^{max}$  по номограмме II:

1. В левом верхнем квадрате по  $L_0$  и  $F_0$  находим  $V_0 = 4.0 \text{ м/с}$  (т. А)
  2. По  $V_0 = 4.0 \text{ м/с}$  и  $m=8.4$  определяем т. В
  3. По т. В и  $F_0$  находим т. С (правый нижний квадрат)
  4. По т. С и  $x_{отр}=x=a_1=18 \text{ м}$  находим т. Д
  5. По т. Д и  $n$  находим т. Е по которой и определяем предельное значение  $\Delta t_0^{max} = 3.3 \text{ } ^\circ\text{C}$  при котором струя всё ещё настигается на потолок.
- Так как  $\Delta t_0^{max}=3.3 > \Delta t_0=3$ , то схема циркуляции сохраняется.

# ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ (ЗАНЯТИЕ 7)



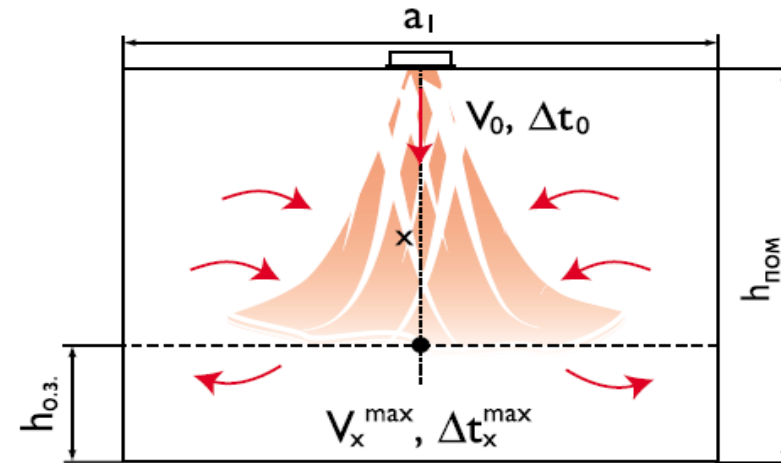
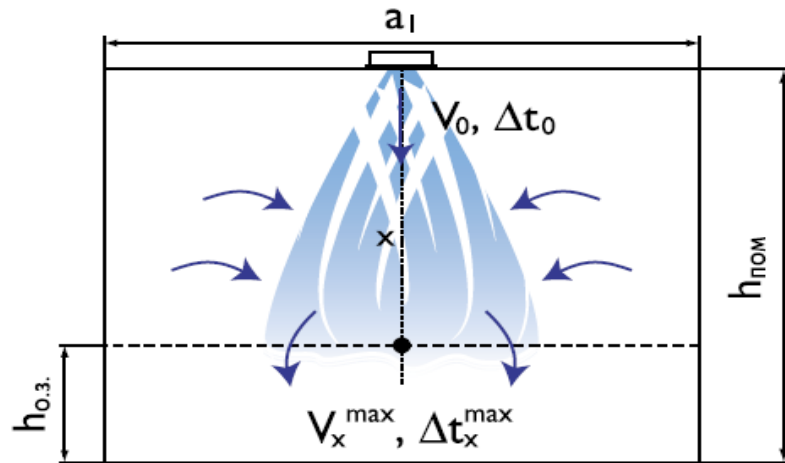
Размеры помещения:  $F_{o.з.} = 24 \times 26 = 624 \text{ м}^2$ ,  $L_0 = 3000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $h_{ном} = 4 \text{ м}$ ,  $h_{p.з.} = 2 \text{ м}$ ,  
 $V_{норм} = 0,3 \text{ м/с}$ ,  $\Delta t_{норм} = 1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\Delta t_0 = 3,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Коэффициенты  $K_c = 0.8$ ,  $K_n = 1$ ,  $K_{п} = 1$ .

# Практическое занятие №8

Раздел: аэродинамические основы организации воздухообмена в помещении  
тема: подбор воздухораспределителя

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ (ЗАНЯТИЕ 8)

Исходными данными к расчёту воздухораспределения являются:  
размеры помещения, воздухообмен, высота рабочей зоны, допустимые скорость и избыточная температура на входе струи в рабочую зону, коэффициенты сжатия, неизотермичности, взаимодействия и перехода.  
Тип воздухораспределителя выбирается исходя из архитектурно-планировочных решений, характера технологического процесса и требований в параметрам в струе на входе в рабочую зону.



Так как подбор воздухораспределителя выполняется после акустического расчёта, то на этот момент уже известен допустимый уровень шума, который может создать воздухораспределитель. По этой величине, а также воздухообмену и с учётом размеров помещения подбирается модель диффузора по следующей таблице.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ (ЗАНЯТИЕ 8)



По предварительно выбранной марке диффузора с использованием таблицы определяются коэффициенты  $m$  и  $n$

Данные для подбора диффузоров ДПУ-М при подаче воздуха в помещение

| Тип ВР                                                                                                                                         | Регулирование                           | m   | n   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----|-----|
| АМН, АМР,<br>АМН-К, АМР-К                                                                                                                      | $\alpha_1 = 0^\circ$                    | 6,0 | 5,1 |
|                                                                                                                                                | $\alpha_1 = 30^\circ$                   | 3,9 | 3,3 |
|                                                                                                                                                | $\alpha_1 = 45^\circ$                   | 3,6 | 3,0 |
|                                                                                                                                                | $\alpha_1 = 60^\circ$                   | 3,3 | 2,8 |
| АДН, АДР,<br>АДН-К, АДР-К                                                                                                                      | $\alpha_1 = \alpha_2 = 0^\circ$         | 6,0 | 5,1 |
|                                                                                                                                                | $\alpha_1 = \alpha_2 = 30^\circ$        | 3,3 | 2,8 |
|                                                                                                                                                | $\alpha_1 = \alpha_2 = 45^\circ$        | 3,0 | 2,6 |
|                                                                                                                                                | $\alpha_1 = \alpha_2 = 60^\circ$        | 2,6 | 2,0 |
| Примечание:<br>Жалюзи решеток АМН, АМР, АМН-К, АМР-К, АДН, АДР, АДН-К, АДР-К<br>расположены веерно под углом $\alpha$ относительно оси решетки |                                         |     |     |
| ВГК, ВГК-К                                                                                                                                     | $\alpha_1 = 0^\circ$                    | 2,1 | 1,8 |
| 1АРС, 1АЛС                                                                                                                                     | $\alpha = 0^\circ$                      | 0,8 | 0,6 |
| 2АРС, 2АЛС                                                                                                                                     | $\alpha = 0^\circ$                      | 1,1 | 0,8 |
| 3АРС, 3АЛС                                                                                                                                     | $\alpha = 0^\circ$                      | 1,4 | 1,1 |
| 4АРС, 4АЛС                                                                                                                                     | $\alpha = 0^\circ$                      | 1,6 | 1,2 |
| 5АРС, 5АЛС                                                                                                                                     | $\alpha = 0^\circ$                      | 1,8 | 1,4 |
| 6АРС, 6АЛС                                                                                                                                     | $\alpha = 0^\circ$                      | 2,0 | 1,5 |
| ДПУ-М                                                                                                                                          | $b = 0,2A$                              | 1,5 | 1,3 |
| ДПУ-К                                                                                                                                          | $b = 0,15A$                             | 2,0 | 1,7 |
| ДПУ-С                                                                                                                                          | -                                       | 8,5 | 7,2 |
| ДПУ-В                                                                                                                                          | $b = 0 \text{ мм}$                      | 3,6 | 3,0 |
| 1СПП, 1СПП-М, 1СКП                                                                                                                             | -                                       | 2,1 | 1,7 |
| ВПМ125                                                                                                                                         | $b = 12 \text{ мм}, N = 12 \text{ об.}$ | 1,3 | 1,1 |
| ВПМ160                                                                                                                                         | $b = 16 \text{ мм}, N = 13 \text{ об.}$ | 1,3 | 1,1 |
| 1ВПТ, 1ВКТ, 2ВКТ                                                                                                                               | схема 5                                 | 2,0 | 1,7 |
| 1ВПЗ, 1ВКЗ                                                                                                                                     | -                                       | 2,3 | 1,9 |
| 1ВПС, 2ВПС,<br>2ВПС-П, 1ВКС                                                                                                                    | схема 1                                 | 6,0 | 5,1 |
|                                                                                                                                                | схема 2                                 | 2,4 | 2,0 |

| $\phi A$ ,<br>мм                                       | $F_0$ ,<br>м <sup>2</sup> | b,<br>мм | Кол-во<br>оборотов<br>обтекателя,<br>N | $L_{wA} \leq 20 \text{ дБ(А)}$ |                      |                                           | $L_{wA} = 25 \text{ дБ(А)}$  |                      |                                           | $L_{wA} = 35 \text{ дБ(А)}$  |                      |                                           | $L_{wA} = 45 \text{ дБ(А)}$  |                      |                                           |
|--------------------------------------------------------|---------------------------|----------|----------------------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------------------------|------------------------------|----------------------|-------------------------------------------|------------------------------|----------------------|-------------------------------------------|------------------------------|----------------------|-------------------------------------------|
|                                                        |                           |          |                                        | $L_0$ ,<br>м <sup>3</sup> /ч   | $\Delta P_n$ ,<br>Па | дально-<br>бойность, м<br>при $V_x$ , м/с | $L_0$ ,<br>м <sup>3</sup> /ч | $\Delta P_n$ ,<br>Па | дально-<br>бойность, м<br>при $V_x$ , м/с | $L_0$ ,<br>м <sup>3</sup> /ч | $\Delta P_n$ ,<br>Па | дально-<br>бойность, м<br>при $V_x$ , м/с | $L_0$ ,<br>м <sup>3</sup> /ч | $\Delta P_n$ ,<br>Па | дально-<br>бойность, м<br>при $V_x$ , м/с |
|                                                        |                           |          |                                        |                                |                      |                                           |                              |                      |                                           |                              |                      |                                           |                              |                      |                                           |
|                                                        |                           |          |                                        |                                |                      | 0,2 0,5                                   |                              |                      | 0,2 0,5                                   |                              |                      | 0,2 0,5 0,75                              |                              |                      | 0,5 0,75                                  |
| b = 0,1A - горизонтальная настилаящаяся веерная струя  |                           |          |                                        |                                |                      |                                           |                              |                      |                                           |                              |                      |                                           |                              |                      |                                           |
| 100                                                    | 0,007                     | 10       | 10                                     | 55                             | 36                   | 0,7 0,3                                   | 80                           | 77                   | 1,1 0,4                                   | 120                          | 174                  | 1,6 0,6 0,4                               | 150                          | 271                  | 0,8 0,5                                   |
| 125                                                    | 0,011                     | 12       | 12                                     | 85                             | 34                   | 0,9 0,4                                   | 120                          | 67                   | 1,3 0,5                                   | 180                          | 150                  | 1,9 0,8 0,5                               | 230                          | 246                  | 1,0 0,7                                   |
| 160                                                    | 0,018                     | 16       | 13                                     | 140                            | 32                   | 1,1 0,5                                   | 200                          | 66                   | 1,6 0,7                                   | 280                          | 129                  | 2,3 0,9 0,6                               | 350                          | 201                  | 1,1 0,8                                   |
| 200                                                    | 0,029                     | 20       | 16                                     | 200                            | 27                   | 1,3 0,5                                   | 250                          | 41                   | 1,6 0,7                                   | 350                          | 81                   | 2,3 0,9 0,6                               | 450                          | 134                  | 1,2 0,8                                   |
| 250                                                    | 0,046                     | 25       | 20                                     | 280                            | 21                   | 1,4 0,6                                   | 370                          | 36                   | 1,9 0,8                                   | 520                          | 71                   | 2,7 1,1 0,7                               | 700                          | 129                  | 1,5 1,0                                   |
| b = 0,15A - горизонтальная настилаящаяся веерная струя |                           |          |                                        |                                |                      |                                           |                              |                      |                                           |                              |                      |                                           |                              |                      |                                           |
| 100                                                    | 0,007                     | 15       | 15                                     | 80                             | 21                   | 0,8 0,3                                   | 120                          | 46                   | 1,2 0,5                                   | 160                          | 82                   | 1,6 0,6 0,4                               | 220                          | 156                  | 0,9 0,6                                   |
| 125                                                    | 0,011                     | 19       | 19                                     | 130                            | 21                   | 1,0 0,4                                   | 170                          | 36                   | 1,4 0,5                                   | 240                          | 71                   | 1,9 0,8 0,5                               | 320                          | 127                  | 1,0 0,7                                   |
| 160                                                    | 0,018                     | 24       | 19                                     | 180                            | 14                   | 1,1 0,4                                   | 260                          | 30                   | 1,6 0,6                                   | 370                          | 60                   | 2,3 0,9 0,6                               | 520                          | 119                  | 1,3 0,9                                   |
| 200                                                    | 0,029                     | 30       | 24                                     | 250                            | 11                   | 1,2 0,5                                   | 350                          | 22                   | 1,7 0,7                                   | 530                          | 50                   | 2,6 1,0 0,7                               | 740                          | 97                   | 1,4 1,0                                   |
| 250                                                    | 0,046                     | 37,5     | 30                                     | 350                            | 9                    | 1,4 0,5                                   | 500                          | 18                   | 1,9 0,8                                   | 800                          | 45                   | 3,1 1,2 0,8                               | 1100                         | 85                   | 1,7 1,1                                   |
| b = 0,2A - вертикальная коническая струя               |                           |          |                                        |                                |                      |                                           |                              |                      |                                           |                              |                      |                                           |                              |                      |                                           |
| 100                                                    | 0,007                     | 20       | 20                                     | 80                             | 17                   | 2,0 0,8                                   | 120                          | 38                   | 3,0 1,2                                   | 160                          | 67                   | 4,0 1,6 1,1                               | 220                          | 126                  | 2,2 1,5                                   |
| 125                                                    | 0,011                     | 25       | 25                                     | 130                            | 17                   | 2,6 1,0                                   | 170                          | 29                   | 3,4 1,4                                   | 240                          | 58                   | 4,8 1,9 1,3                               | 320                          | 103                  | 2,5 1,7                                   |
| 160                                                    | 0,018                     | 32       | 26                                     | 180                            | 12                   | 2,8 1,1                                   | 260                          | 24                   | 4,0 1,6                                   | 370                          | 49                   | 5,7 2,3 1,5                               | 520                          | 96                   | 3,2 2,1                                   |
| 200                                                    | 0,029                     | 40       | 32                                     | 250                            | 9                    | 3,1 1,2                                   | 350                          | 18                   | 4,3 1,7                                   | 530                          | 40                   | 6,5 2,6 1,7                               | 740                          | 79                   | 3,6 2,4                                   |
| 250                                                    | 0,046                     | 50       | 40                                     | 350                            | 7                    | 3,4 1,4                                   | 500                          | 14                   | 4,9 1,9                                   | 800                          | 36                   | 7,8 3,1 2,1                               | 1100                         | 69                   | 4,3 2,8                                   |

b - расстояние между двумя положениями обтекателя - крайним и текущим выдвинутым

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ (ЗАНЯТИЕ 8)



При назначении площади помещения  $F_{o,з.} = a_1 \cdot b_1$ , приходящейся на один ВР, рекомендуется соблюдать условие:  $\sqrt{a_1 \cdot b_1} = (1 \div 3,3) \cdot (h_0 - h_{o,з.})$ . Шаг установки воздухораспределителей  $b_1 = 2 \div 6$  м при отношении сторон  $a_1/b_1$  от 1 до 1,5. Для помещений с повышенными требованиями к равномерности параметров воздуха в обслуживаемой зоне рекомендуется соотношение:  $\sqrt{a_1 \cdot b_1} = (1,25 \div 2,0) \cdot (h_0 - h_{o,з.})$ . Расчетная длина струи  $x$  определяется по формуле:  $x = h_{пом} - h_{o,з.}$  или  $x = h_0 - h_{o,з.}$ .

## Теплый период года

По номограмме I (стр. 174) по заданным  $L_0$ ,  $\Delta t_0$  для теплого периода года, выбранному типу ВР,  $F_0$  и рассчитанной длине струи  $x$  определяются значения скорости воздуха на истечении  $V_0$ , а также  $V_x$  и  $\Delta t_x$  в месте внедрения струи в обслуживаемую зону.

При подаче охлажденного воздуха рассчитывается коэффициент неизотермичности  $K_n$  по номограмме III (стр. 176) или по формулам (9-10). Значения поправочных коэффициентов:  $K_c = 0,9$ ,  $K_b = 1$ . Вычисляются  $V_x^{max}$  и  $\Delta t_x^{max}$  по формулам (20, 21) и сопоставляются с нормируемыми значениями  $K_n \cdot V_{норм}$ ,  $\Delta t_{норм}$ , (см. Приложения П1, П2). Для плоских струй используются формулы 3, 4.

## Холодный период года

Для полученных параметров  $V_0$ ,  $F_0$ ,  $h_0$  и принятых характеристик ВР  $m$  и  $n$  для теплого периода года определяется максимально допустимая избыточная температура подаваемого теплого воздуха  $\Delta t_0^{max}$  по номограмме II (стр. 175) или формуле (5):

$$\Delta t_0^{max} = \frac{9,7 \cdot \sqrt{F_0} \cdot (m \cdot V_0)^2}{x^2 \cdot n}$$

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ (ЗАНЯТИЕ 8)



Полученное значение сопоставляется с требуемым  $\Delta t_0^{\text{хол}}$  из тепловоздушного баланса для холодного периода. Если  $\Delta t_0^{\text{max}} \geq \Delta t_0^{\text{хол}}$ , то определяется геометрическая характеристика  $N^{\text{хол}}$  по номограмме III (стр. 176) или формуле (6). Рассчитывается значение  $N^{\text{хол}}/\sqrt{F_0}$ . Если  $N^{\text{хол}}/\sqrt{F_0} \geq 14,7$ , то рассчитывается коэффициент неизотермичности  $K_n^{\text{хол}}$  по формуле 9 или по номограмме III (стр. 176) и определяются параметры воздуха в струе в холодный период года по формулам (20, 21) при  $K_c = 0,9$  и  $K_b = 1$ . Полученные значения сопоставляются с нормируемыми. Если значение  $N^{\text{хол}}/\sqrt{F_0} < 14,7$ , то по графику «Дальнобойность вертикальных нагретых струй» (стр. 172) определяется относительная дальнобойность нагретой струи  $x/\sqrt{F_0}$ , вычисляется  $x$  и сравнивается с величиной  $h_0 - h_{0,3,7}$ , принятой в расчете.

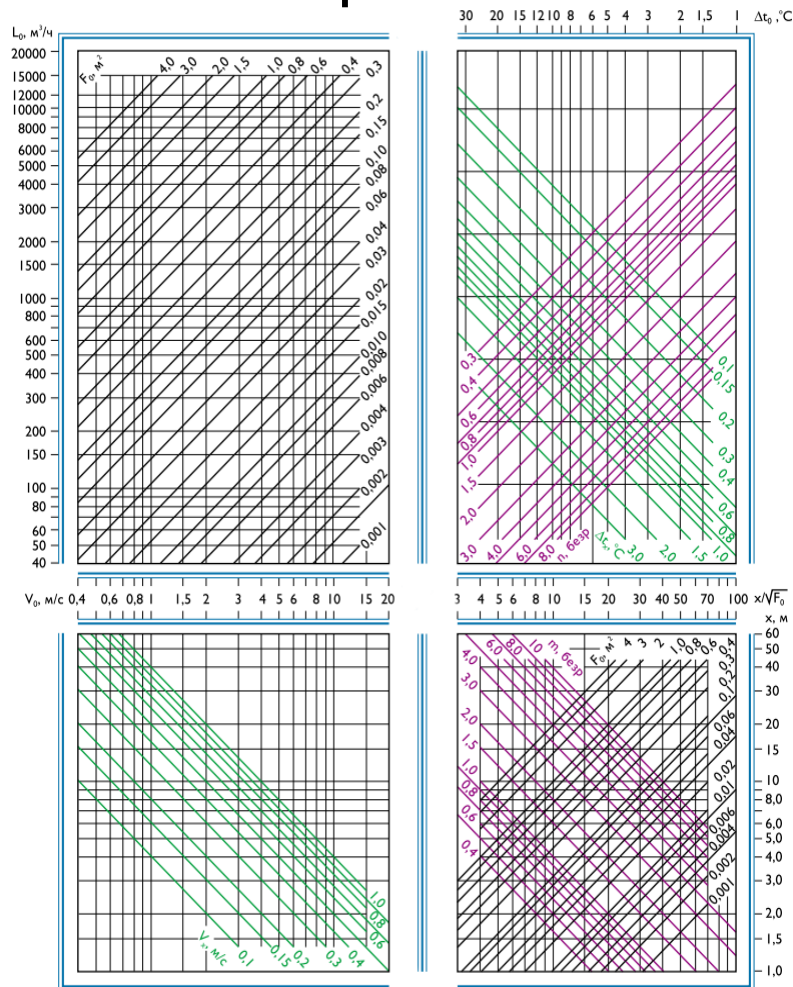
Если  $x \geq h_0 - h_{0,3,7}$ , то по графику (стр. 171) определяется коэффициент неизотермичности  $K_n^{\text{хол}}$ , рассчитываются параметры воздуха в струе в холодный период года и сопоставляются с нормируемыми. Если  $x < h_0 - h_{0,3,7}$ , то следует уменьшить  $\Delta t_0^{\text{хол}}$  и повторить расчет, а недостающее тепло вносить в помещение другим способом, например, электрическими или водяными тепловентиляторами компании «Арктос»: ТЭВ, «Крепыш», ТВВ «Гольфстрим».

При наличии технической возможности рекомендуется перекрыть часть воздухораспределителей, подающих воздух в помещение, увеличив тем самым расход и скорость выхода воздуха через ВР, и пересчитать значение  $\Delta t_0^{\text{max}}$ . Если  $\Delta t_0^{\text{max}} \geq \Delta t_0^{\text{хол}}$ , то рассчитываются новые значения  $N^{\text{хол}}$  и  $K_n^{\text{хол}}$  при новых  $V_0$  и  $\Delta t_0^{\text{хол}}$  по описанной выше схеме, и параметры воздуха в приточной струе:  $V_x^{\text{max}}$ ,  $\Delta t_x^{\text{max}}$  и сопоставляются с нормируемыми.

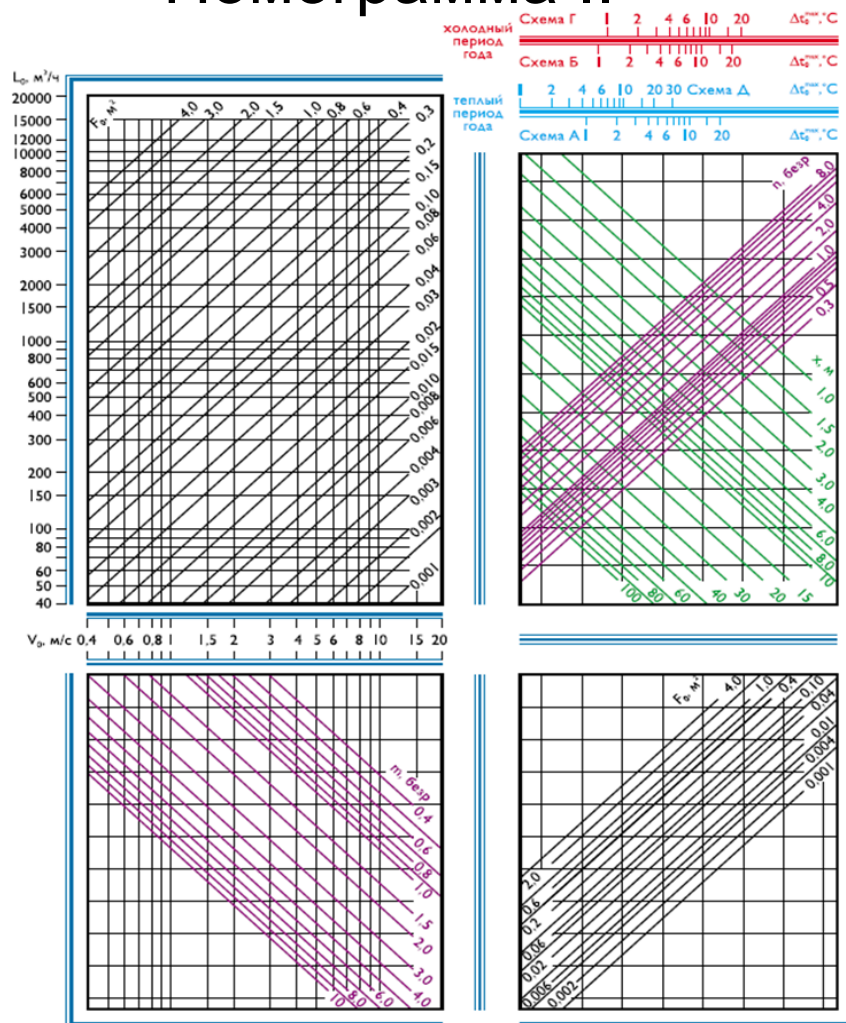
# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ (ЗАНЯТИЕ 8)



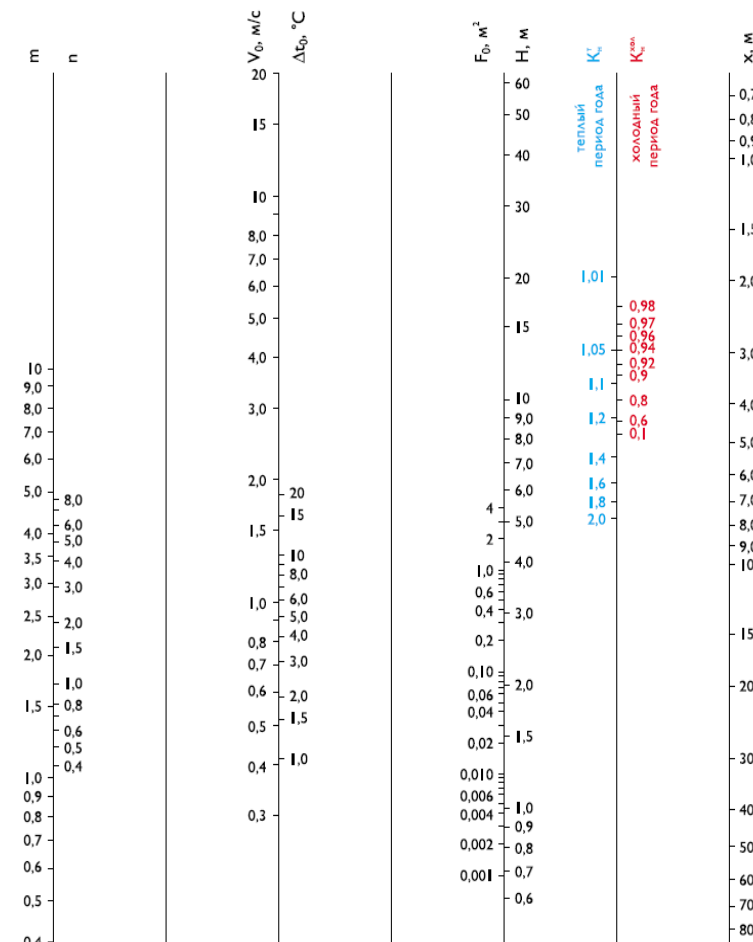
## Номограмма I



## Номограмма II



## Номограмма III



## УСЛОВИЕ ТИПОВОЙ ЗАДАЧИ (ЗАНЯТИЕ 8)

Рассчитать приточную струю от диффузора.

Размеры помещения:  $F_{o.z.} = 12 \times 10$  м,  $L_0 = 1200$  м<sup>3</sup>/ч,  $h_{пом} = 4$  м,  $h_{р.з.} = 2$  м,  $V_{норм} = 0,3$  м/с,  $\Delta t_{норм хп} = 1,5$  °С,  $\Delta t_{т 0} = 5,0$  °С,  $\Delta t_{хол 0} = 10,0$  °С,  $\Delta t_{норм тп} = 3,0$  °С.

По архитектурно-планировочным решениям принять установку диффузоров ДПУ-К, работающих по схеме подачи «Г» (сверху вниз коническими и неполными веерными струями). В ответ вывести значения скорости и избыточной температуры на входе в рабочую зону для ТП.

Варианты ответов:

0.35, 0.6 (!)

0.45, 0.12

0.28, 0.8

0.3, 0.09

0.33, 0.3

В случае получения неправильного ответа следует:

1. обратить внимание на условные обозначения, так как индекс при переменной может сильно влиять на её значение;
2. внимательно проверить вычисления, при необходимости воспользоваться таблицами Excel или другими средствами автоматизации расчётов.

## ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ (ЗАНЯТИЕ 8)

**Решение:** по архитектурно-планировочным решениям целесообразно применить схему Г «подача воздуха сверху вниз коническими струями» и установить диффузоры ДПУ-К в количестве 6 шт., площадь помещения, приходящаяся на 1 диффузор  $F_{0,з.} = 4 \times 5 = 20 \text{ м}^2$ ,  $L_0 = 200 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $h_0 = h_{\text{пом}} = 4 \text{ м}$ . Определяем  $x = 4 - 2 = 2 \text{ м}$ .

По таблице для схемы Г находим значения коэффициентов:  $m = 2,0$ ,  $n = 1,7$ . По  $L_0 = 200 \text{ м}^3/\text{ч}$  выбираем типоразмер ДПУ-К диаметром 200 мм, по таблице на стр. 98 находим  $F_0 = 0,029 \text{ м}^2$ .

### Теплый период года

Расчет  $V_x$ ,  $\Delta t_x$  ведем по номограмме I.

- 1 По  $L_0 = 200 \text{ м}^3/\text{ч}$  и  $F_0 = 0,029 \text{ м}^2$  определяем (·)А, получаем  $V_0 = 1,9 \text{ м/с}$ .
- 2 Переходим в другой квадрат. По  $x = 2,0 \text{ м}$  и  $F_0 = 0,029 \text{ м}^2$  определяем (·)В, находим  $x \sqrt{F_0} = 12$ .
- 3 По  $m = 2,0$  и  $x \sqrt{F_0} = 12$  находим (·)С.
- 4 По  $V_0 = 1,9 \text{ м/с}$  – (·)А и  $x \sqrt{F_0} = 12$  – (·)С находим (·)D и определяем  $V_x \approx 0,3 \text{ м/с}$ .
- 5 Переходим в другой квадрат. По  $\Delta t_0 = 5,0 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $n=1,7$  находим (·)Е.
- 6 По  $x \sqrt{F_0} = 12$  и (·)Е получаем (·)F –  $\Delta t_x = 0,7 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Далее по номограмме III определяем геометрическую характеристику  $H^T$  и коэффициент неизотермичности  $K_{\text{и}}^T$ :

- 1 По  $m = 2,0$  и  $V_0 = 1,9 \text{ м/с}$  находим (·)А.

- 2 По  $n = 1,7$  через (·)А находим (·)В.
- 3 По  $F_0 = 0,029 \text{ м}^2$  через (·)В находим (·)С.
- 4 По  $\Delta t_0 = 5^\circ$  через (·)С находим (·)D, следовательно, геометрическая характеристика  $H^T = 2,9 \text{ м}$ .
- 5 По  $x = 2 \text{ м}$  и  $H^T = 2,9 \text{ м}$  находим (·)Е,  $K_{\text{и}}^T = 1,3$ .

Для данного способа подачи принимается коэффициент стеснения  $K_c = 0,9$ , коэффициент взаимодействия  $K_b = 1$ .

Вычисляем значения  $V_x^{\text{max}}$  и  $\Delta t_x^{\text{max}}$  по формулам 20, 21:

$$V_x^{\text{max}} = V_x \cdot K_c \cdot K_{\text{и}} = 0,3 \cdot 0,9 \cdot 1,3 = 0,35 \text{ м/с}$$

$$\Delta t_x^{\text{max}} = \frac{\Delta t_x}{K_c \cdot K_{\text{и}}} = \frac{0,7}{0,9 \cdot 1,3} = 0,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

Принимаем коэффициент перехода от нормируемой скорости к максимальной в струе  $K_n = 1,2$  (см. Приложение П1).

$$K_n \cdot V_{\text{норм}} = 1,2 \cdot 0,3 = 0,36 \text{ м/с}$$

Полученные значения  $V_x^{\text{max}}$ ,  $\Delta t_x^{\text{max}}$  сопоставляем с нормируемыми:

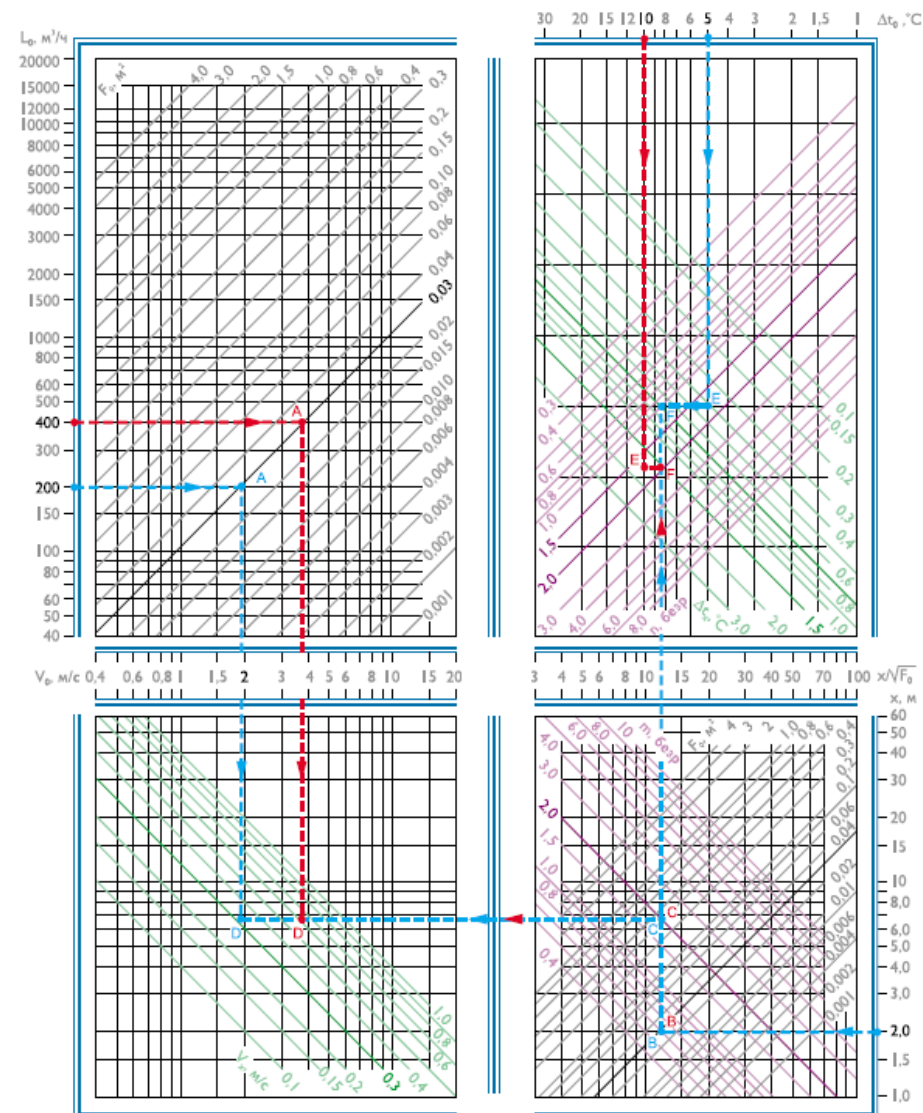
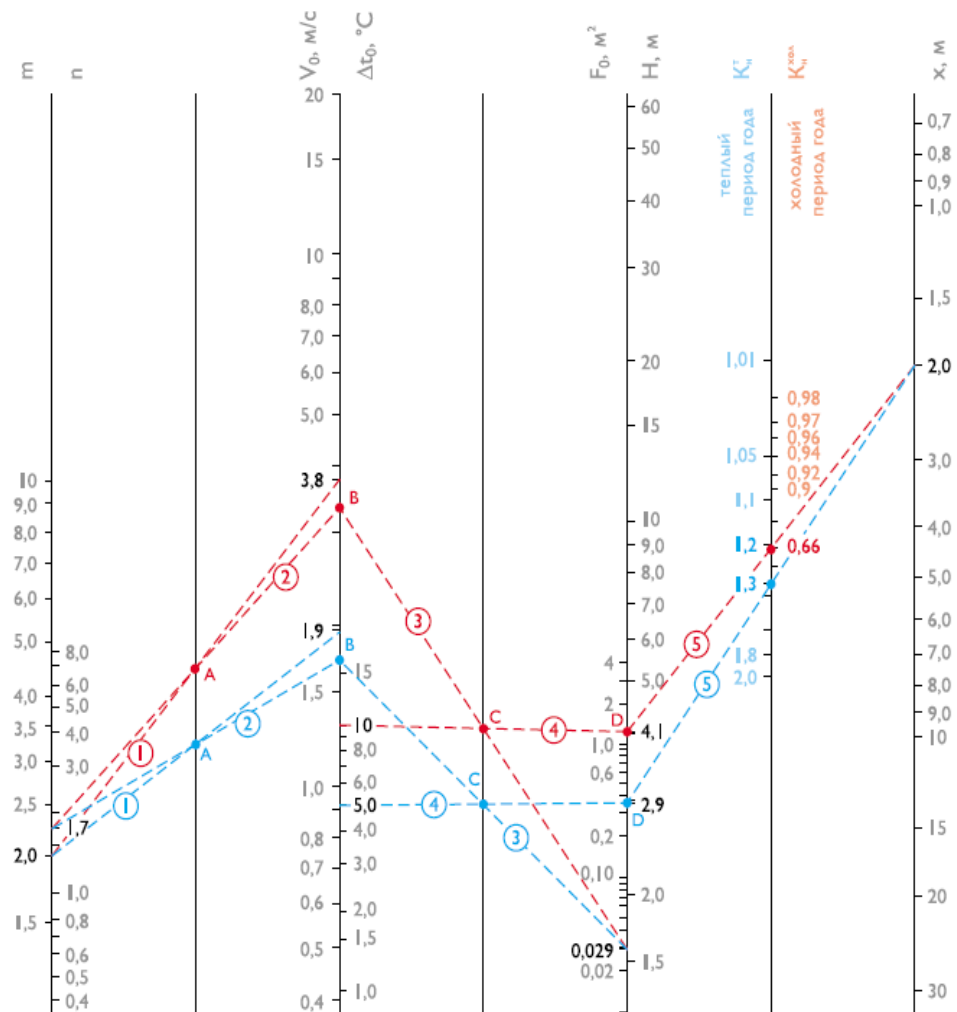
$$V_x^{\text{max}} = 0,35 \text{ м/с} < K_n \cdot V_{\text{норм}} = 0,36 \text{ м/с}$$

$$\Delta t_x^{\text{max}} = 0,6 \text{ }^\circ\text{C} < \Delta t_{\text{норм}} = 1,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

что удовлетворяет заданным условиям.

На этом расчет воздухораспределения для теплого периода года завершается.

# ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ (ЗАНЯТИЕ 8)



# ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ (ЗАНЯТИЕ 8)

## Холодный период года

По параметрам для теплого периода ( $m = 2,0$ ,  $n = 1,7$ ,  $F_0 = 0,029 \text{ м}^2$ ,  $V_0 = 1,9 \text{ м/с}$ ) и  $h_{\text{пом}} - h_{\text{о.з.}} = 2 \text{ м}$  определяем значение  $\Delta t_0^{\text{max}}$  для режима воздушного отопления по номограмме II (пример  $A_1-B_1-C_1-D_1-E_1$ ) или формуле:

$$\Delta t_0^{\text{max}} = \frac{9,7 \cdot \sqrt{F_0} \cdot (m \cdot V_0)^2}{(h_0 - h_{\text{о.з.}})^2 \cdot n} = \frac{9,7 \cdot \sqrt{0,029} \cdot (2,0 \cdot 1,9)^2}{2,0^2 \cdot 1,7} = 3,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Полученное значение

$$\Delta t_0^{\text{max}} = 3,5 \text{ }^\circ\text{C} < \Delta t_0^{\text{хол}} = 10 \text{ }^\circ\text{C},$$

что не удовлетворяет заданным условиям. Возможны 2 варианта решения и дальнейшего расчета.

### I вариант.

Принимаем, что в холодный период половина диффузоров перекрывается, и через один диффузор расход воздуха и скорость на истечении удваиваются:  $L_0 = 400 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $V_0 = 3,8 \text{ м/с}$ . Определяем значение  $\Delta t_0^{\text{max}}$  по номограмме II (пример  $A_2-B_2-C_2-D_2-E_2$ ) или формуле:

$$\begin{aligned} \Delta t_0^{\text{max}} &= \frac{9,7 \cdot \sqrt{F_0} \cdot (m \cdot V_0)^2}{(h_0 - h_{\text{о.з.}})^2 \cdot n} = \\ &= \frac{9,7 \cdot \sqrt{0,029} \cdot (3,8 \cdot 2,0)^2}{2,0^2 \cdot 1,7} = 14 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Полученное значение  $\Delta t_0^{\text{max}} = 14 \text{ }^\circ\text{C} > \Delta t_0^{\text{хол}} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ , что удовлетворяет заданному условию.

По номограмме III (пример на стр. 195) или по формуле определяем геометрическую характеристику  $H^{\text{хол}}$ :

$$\begin{aligned} H^{\text{хол}} &= \frac{5,45 \cdot m \cdot V_0 \cdot \sqrt[4]{F_0}}{\sqrt{n} \cdot \Delta t_0} = \\ &= \frac{5,45 \cdot 2,0 \cdot 3,8 \cdot \sqrt[4]{0,029}}{\sqrt{1,7} \cdot 10} = 4,1 \text{ м} \end{aligned}$$

Определяем коэффициент неизотермичности  $K_n^{\text{хол}}$  по номограмме III (пример на стр. 195) или по формуле:

$$K_n^{\text{хол}} = \sqrt[3]{1 - 3 \cdot \left(\frac{x}{H}\right)^2} = \sqrt[3]{1 - 3 \cdot \left(\frac{2}{4,1}\right)^2} = 0,66$$

По номограмме I (пример на стр. 194) по  $L_0 = 400 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $V_0 = 3,8 \text{ м/с}$ ,  $\Delta t_0^{\text{хол}} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$  определяем:  $V_x \approx 0,6 \text{ м/с}$ ,  $\Delta t_x = 1,4 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Вычисляем параметры воздуха в струе при входе в обслуживаемую зону для холодного периода года по значениям  $V_x = 0,6 \text{ м/с}$ ,  $K_c = 0,9$ ,  $K_n^{\text{хол}} = 0,66$ :

$$V_x^{\text{max}} = V_x \cdot K_c \cdot K_n = 0,6 \cdot 0,9 \cdot 0,66 = 0,36 \text{ м/с},$$

$$\Delta t_x^{\text{max}} = \frac{\Delta t_x}{K_c \cdot K_n} = \frac{1,4}{0,9 \cdot 0,66} = 2,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

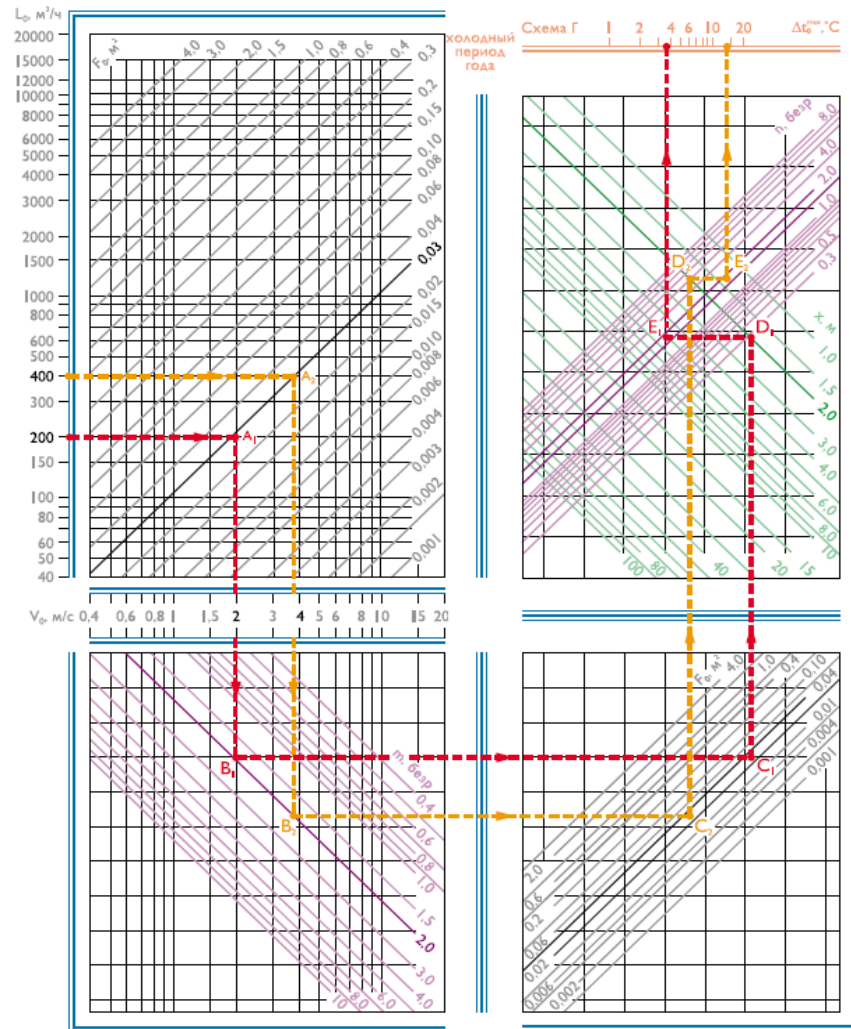
Полученные значения  $V_x^{\text{max}}$ ,  $\Delta t_x^{\text{max}}$  сопоставляем с нормируемыми:

$$V_x^{\text{max}} = 0,36 \text{ м/с} = K_n \cdot V_{\text{норм}} = 1,2 \cdot 0,3 = 0,36 \text{ м/с}$$

$\Delta t_x^{\text{max}} = 2,4 \text{ }^\circ\text{C} < \Delta t_{\text{норм}} = 3,0 \text{ }^\circ\text{C}$ , что удовлетворяет заданным условиям.

На этом расчет воздухораспределения для холодного периода года завершается.

# ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ (ЗАНЯТИЕ 8)



Примечание: в расчётах использованы приложения из электронной версии каталога компании «Арктос», находящегося в открытом доступе в сети интернет.

**II вариант.** Принимаем для режима воздушного отопления  $\Delta t_0^{\text{хот}} = \Delta t_0^{\text{max}} = 3,5 ^\circ\text{C}$ , а недостающее тепло будем вносить тепловентиляторами ТЭВ или ТВВ «Гольфстрим» компании «Арктос». Расчет ведем по формулам.

По формуле определяем новое значение  $\Delta t_x$  при  $\Delta t_0^{\text{max}} = 3,5 ^\circ\text{C}$ :

$$\Delta t_x = \frac{n \cdot \Delta t_0 \cdot \sqrt{F_0}}{x} = \frac{1,7 \cdot 3,5 \cdot \sqrt{0,029}}{2} = 0,5 ^\circ\text{C}$$

По формуле 6 определяем геометрическую характеристику  $H^{\text{хол}}$ :

$$H^{\text{хол}} = \frac{5,45 \cdot m \cdot V_0 \cdot \sqrt[4]{F_0}}{\sqrt{n \cdot \Delta t_0}} = \frac{5,45 \cdot 2,0 \cdot 1,9 \cdot \sqrt[4]{0,029}}{\sqrt{1,7 \cdot 3,5}} = 3,5 \text{ м}$$

Определяем значение

$$H^{\text{хол}} / \sqrt{F_0} = 3,5 / \sqrt{0,029} = 20,5 > 14,7$$

Определяем коэффициент неизотермичности  $K_n^{\text{хол}}$  по формуле:

$$K_n^{\text{хол}} = \sqrt[3]{1 - 3 \cdot \left(\frac{x}{H}\right)^2} = \sqrt[3]{1 - 3 \cdot \left(\frac{2}{3,5}\right)^2} = 0,27$$

Вычисляем параметры воздуха в струе при входе в обслуживаемую зону для холодного периода года по значениям  $V_x = 0,3 \text{ м/с}$ ,  $K_c = 0,9$ ,  $K_n = 0,27$ :

$$V_x^{\text{max}} = V_x \cdot K_c \cdot K_n = 0,3 \cdot 0,9 \cdot 0,27 \approx 0,1 \text{ м/с}$$

$$\Delta t_x^{\text{max}} = \frac{\Delta t_x}{K_c \cdot K_n} = \frac{0,5}{0,9 \cdot 0,27} = 2,1 ^\circ\text{C}$$

Полученные значения сопоставляем с нормируемыми:

$$V_x^{\text{max}} = 0,1 \text{ м/с} < K \cdot V_{\text{норм}} = 0,36 \text{ м/с}$$

$$\Delta t_x^{\text{max}} = 2,1 ^\circ\text{C} < \Delta t_{\text{норм}} = 3,0 ^\circ\text{C}$$

(для воздушного отопления), что удовлетворяет заданным условиям.

# ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ (ЗАНЯТИЕ 8)



Рассчитать приточную струю от диффузора.

Размеры помещения:  $F_{o.z.} = 12 \times 10$  м,  $L_0 = 3000$  м<sup>3</sup>/ч,  $h_{пом} = 5$  м,  $h_{р.з.} = 1,5$  м,  $V_{норм} = 0,3$  м/с,  $\Delta t_{норм\ хп} = 1,5$  °С,  $\Delta t_{т\ 0} = 5,0$  °С,  $\Delta t_{хол\ 0} = 10,0$  °С,  $\Delta t_{норм\ тп} = 3,0$  °С.

По архитектурно-планировочным решениям принять установку диффузоров ДПУ-К, работающих по схеме подачи «Г» (сверху вниз коническими и неполными веерными струями). В ответ вывести значения скорости и избыточной температуры на входе в рабочую зону.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!