



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Практическое занятие №1

Раздел: особенности вентиляции гражданских зданий
тема: определение общеобменного воздухообмена

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Расчёт начинается
вычисления
следующих величин:

Для наиболее
распространённого случая
(один приток и одна вытяжка)
расход воздуха вычисляется
по формуле

$$q_{уд} = \frac{Q_{изб.я}}{V \cdot 3,6}$$

- при $q_{уд} < 11,5 \text{ Вт/м}^3 \text{ grad } t < 0,5 \text{ К/м};$
- при $q_{уд} = 11,5-23 \text{ Вт/м}^3 \text{ grad } t = 0,3-1,2 \text{ К/м};$
- при $q_{уд} > 23 \text{ Вт/м}^3 \text{ grad } t = 0,8-1,5 \text{ К/м}.$

$$G_{п}^{тр} = G_{у}^{тр} = \frac{3,6 \cdot Q_{изб.я}}{c_v \cdot (t_y - t_{п})}$$

$$t_y = t_{пз} + \text{grad } t \cdot (H - h_{пз})$$

$$t_{п} = t_{н.а} + 0,5$$

В теплый и переходный периоды года

$$t_{п} = t_{в.от}$$

В холодный период года

После вычисления воздухообмена для всех трёх периодов года выбирается наибольший, который в дальнейшем, называется расчётным.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Воздухообмен также может быть посчитан по полным теплоступлениям и влаге. В этом случае после расчёта температур удаляемого и приточного воздуха определяется значение коэффициента луча процесса

$$\varepsilon_{\text{пом}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{изб.п}}}{M_{\text{вп}}}$$

Далее процессы обработки строятся на I-d диаграмме влажного воздуха и определяются полные теплоступления и влагоступления. После этого по нижеследующим формулам определяется и сам воздухообмен.

По влаге

$$G_{\text{п}}^{\text{тп}} = G_{\text{у}}^{\text{тп}} = \frac{M_{\text{вп}}}{d_{\text{у}} - d_{\text{п}}} \cdot 10^3$$

По полной теплоте

$$G_{\text{п}}^{\text{тп}} = G_{\text{у}}^{\text{тп}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{изб.п}}}{I_{\text{у}} - I_{\text{п}}}$$

Кроме того, воздухообмен можно рассчитать по ПДК углекислого газа, выделяемого в помещении, или, другими словами, рассчитать воздухообмен по санитарным нормам.

$$L_{\text{CO}_2} = \frac{M_{\text{CO}_2}}{C_{\text{пдк}} - C_{\text{п}}}$$

УСЛОВИЕ ТИПОВОЙ ЗАДАЧИ

Рассчитать воздухообмен по явным и полным тепlopоступлениям, влаговыведениям и санитарной норме для помещения с объёмом 60,4 м³, высотой 3,3 м и температурой внутри в ХП (20 °С), ПП (18 °С) и ТП (30,4 °С). Высоту рабочей зоны принять равной 2 м. Выделения вредностей взять из прилагаемой таблицы. Выбрать расчётный воздухообмен.

Варианты ответов:

Сводная таблица вредных выделений

№ помещения	Наименование помещения	Объём помещения, м ³	Расчетный период года	Тепловые избытки			Влаговыведения, кг/ч	Газовые выделения, л/ч	$\varepsilon = Q_{\text{в}} / M_{\text{вп}}$ кДж/кг
				Явные, кДж/ч	Скрытые, кДж/ч	Полные, кДж/ч			
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11
1	Зал обслуживания населения	60,4	ТП	1826	2872	4698	1,12	185	4194
			ПП	2998	1202	4200	0,5	185	8400
			ХП	2497	1385	3882	0,55	185	7100

Примечание. Для перевода теплоизбытков в кДж/ч необходимо теплоизбытки в Вт умножить на 3,6.

При получении неправильного ответа следует:

1. проверить размерности во всех вычислениях и, при необходимости, ввести поправочные коэффициенты;
2. проверить правильность расчёта градиента температуры по значению удельной теплонапряжённости (расчёт выполняется интерполяцией);
3. выбрать наибольшее числовое значение из всех посчитанных воздухообменов

ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

$$\text{ТП } \Delta t = (H - 2) \cdot \text{grad } t = (3,3 - 2) \cdot 0,35 \approx 0,46 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_y = t_n + \Delta t = 30,4 + 0,46 = 30,86 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$t_n = t_{н.д} + 0,5 = 27,4 + 0,5 = 27,9 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$G_n^{\text{TP}} = G_y^{\text{TP}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{изб.я}}}{c_n \cdot (t_y - t_n)} = \frac{3,6 \cdot 507,2}{1,005 \cdot (30,86 - 27,9)} \approx 613 \text{ кг/ч.}$$

$$\text{ПП } \Delta t = (H - 2) \cdot \text{grad } t = (3,3 - 2) \cdot 0,94 \approx 1,3,$$

$$t_y = t_n + \Delta t = 18 + 1,3 = 19,3 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$t_n = t_{н.д} + 0,5 = 10 + 0,5 = 10,5 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$G_n^{\text{TP}} = G_y^{\text{TP}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{изб.п}}}{c_n \cdot (t_y - t_n)} = \frac{3,6 \cdot 830}{1,005 \cdot (19,3 - 10,5)} \approx 338 \text{ кг/ч.}$$

$$\text{ХП } \Delta t = (H - 2) \cdot \text{grad } t = (3,3 - 2) \cdot 1,1 \approx 1,43,$$

$$t_y = t_n + \Delta t = 20 + 1,43 = 21,43 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$t_n = t_{н.от} = 16 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$G_n^{\text{TP}} = G_y^{\text{TP}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{изб.п}}}{c_n \cdot (t_y - t_n)} = \frac{3,6 \cdot 693,5}{1,005 \cdot (21,43 - 16)} \approx 457,5 \text{ кг/ч.}$$

$G_n^{\text{P}} = G_y^{\text{P}} = \max(\text{ТП}, \text{ПП}, \text{ХП}) = 613 \text{ кг/ч.}$ т.е. соответствует требуемому воздухообмену в ТП $\Rightarrow$ уточняем $t_n^{\text{хп}}$ и $t_n^{\text{пп}}$.

$$t_n^{\text{хп}} = t_y^{\text{хп}} - \frac{3,6 \cdot Q_{\text{изб.я}}}{G^{\text{P}} \cdot c_n} = 21,43 - \frac{3,6 \cdot 693,5}{613 \cdot 1,005} \approx 17,4 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$t_n^{\text{пп}} = t_y^{\text{пп}} - \frac{3,6 \cdot Q_{\text{изб.п}}}{G^{\text{P}} \cdot c_n} = 19,3 - \frac{3,6 \cdot 833}{613 \cdot 1,005} = 14,4 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Поскольку это выше наружной температуры в ПП, равной $+10 \text{ } ^\circ\text{C}$, полученный результат говорит о том, что в ПП необходимо продолжать подогрев притока, в данном случае до температуры $+14,4 \text{ } ^\circ\text{C}$, во избежание переохлаждения помещения.

После построения процессов изменения состояния воздуха в помещении на $I-d$ -диаграмме (см. п. 3.2, режим вентиляции) можно проверить расчет воздухообмена по избыткам полной теплоты и влаговыделениям. Проверку проводим для условий ТП, поскольку именно по этому периоду был принят расчетный воздухообмен, с использованием формул (2.52).

$$G_n^{\text{TP}} = G_y^{\text{TP}} = \frac{M_{\text{вп}}}{d_y - d_n} \cdot 10^3 = \frac{1,12}{14,4 - 12,5} \cdot 10^3 = 590 \text{ кг/ч (по влаге);}$$

где $M_{\text{вп}} = 1,2 \text{ кг/ч}$ – влагопоступления (см. п. 5.3);

$$G_n^{\text{TP}} = G_y^{\text{TP}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{изб.п}}}{I_y - I_n} = \frac{3,6 \cdot 1302}{68,0 - 60,0} = 586 \text{ кг/ч (по полной теплоте).}$$

Здесь $Q_{\text{изб.п}} = Q_{\text{изб.я}} + Q_{\text{скр}} = 507,2 + (1073 - 278,2) = 1302 \text{ Вт}$ (см. п. 5.3).

Значения $I_n = 60,0 \text{ кДж/кг}$ и $d_n = 12,5 \text{ г/кг}$ определяются с помощью $I-d$ -диаграммы или формул из п. 1.6 для точки, лежащей на $0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ выше точки, соответствующей параметрам «А» в ТП для рассматриваемого района, т.е. г. Краснодара по СНиП 23-01-99*, а $I_y = 68,0 \text{ кДж/кг}$ и $d_y = 14,4 \text{ г/кг}$ – опять-таки графически после построения процесса изменения состояния воздуха в помещении на $I-d$ -диаграмме для ТП. При этом используется значение углового коэффициента луча процесса:

$$\epsilon_{\text{пом}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{изб.п}}}{M_{\text{вп}}} = \frac{3,6 \cdot 1302}{1,12} = 4194 \text{ кДж/кг.}$$

Таким образом, отклонение воздухообмена, вычисленного по влаге, от определенного по явной теплоте составляет $\frac{590 - 613}{613} \cdot 100\% = -3,8\%$, а при вычислениях по полной теплоте $\frac{586 - 613}{613} \cdot 100\% = -4,3\%$, что находится в допустимых пределах.

Вычисляем объемный расход воздуха и фактическую кратность воздухообмена, принимая температуры притока и уходящего воздуха наибольшими из всех расчетных периодов, т.е. в данном случае по ТП.

$$\rho_n = \frac{353}{t_n + 273} = \frac{353}{29,1 + 273} = 1,17 \text{ кг/м}^3;$$

$$L_n^{\text{P}} = \frac{G^{\text{P}}}{\rho_n} = \frac{613}{1,17} \approx 524 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$K_p^{\Phi} = L^{\text{P}}/V \approx 8,68 \text{ ч}^{-1};$$

$$\rho_y = \frac{353}{t_y + 273} = \frac{353}{31,78 + 273} = 1,16 \text{ кг/м}^3;$$

$$L_y^{\text{P}} = \frac{G^{\text{P}}}{\rho_y} = \frac{613}{1,16} \approx 528 \text{ м}^3/\text{ч}; K_p^{\Phi} = L^{\text{P}}/V \approx 8,74 \text{ ч}^{-1}.$$

Таким образом, расчет показывает, что объемные расходы притока и вытяжки отличаются незначительно, и этой разницей можно пренебречь.

Проверяем расчетный воздухообмен на соответствие санитарной норме: $L_{\text{CO}_2} = \frac{M_{\text{CO}_2}}{C_{\text{пдж}} - C_n}$ (формула (2.54)), где $C_n = 0,5 \text{ л/м}^3$,

$C_{\text{пдж}} = 1 \text{ л/м}^3$ (см. табл. 5.8). $M_{\text{CO}_2} = 185 \text{ л/ч}$; $L_{\text{CO}_2} = \frac{M_{\text{CO}_2}}{C_{\text{пдж}} - C_n} = \frac{185}{1 - 0,5} = 370 \text{ м}^3/\text{ч}$; $L_{\text{CO}_2} < L^{\text{P}}$, поэтому оставляем воздухообмен, вычисленный по избыткам явной теплоты.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Определить как изменится требуемый воздухообмен, если:

1. увеличить высоту помещения в 2 раза;
2. увеличить влагопоступления в 2 раза;
3. уменьшить температуру наружного воздуха в ТП на 10 градусов.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!