

## К РАСЧЕТУ ТЕПЛОПOTЕРЬ НА ИНФИЛЬТРАЦИЮ ВОЗДУХА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Лужанская А.В., Рябова Е.А. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

Расход тепла на нагрев вентиляционного воздуха по [2] для производственных помещений достигает 116% от общих теплопотерь [1]. При выполнении требований [4], учитывающих воздухопроницаемость ограждений, теплопотери на инфильтрацию наружного воздуха значительно снижаются.

В [1] нами выполнены расчеты теплопотерь производственного здания различных размеров, при этом расход тепла на нагрев вентиляционного воздуха по [2], составляет от 29,4 до 116%, в зависимости от количества наружных стен. Полученные результаты значительно выше рекомендуемых [3], где оговорено – теплопотери на нагрев вентиляционного воздуха (инфильтрацию) допускается принимать равными 30% от основных теплопотерь через ограждения. Поэтому нами выполнены повторные расчеты с учетом воздухопроницания ограждающих конструкций [4].

Требуемое сопротивление воздухопроницаемости световых проемов  $R_{gn}$  м<sup>2</sup> ч Па/кг:

$$R_{gn} = \frac{(\Delta p / \Delta p_0)^{2/3}}{G_n}, \quad (1)$$

где  $\Delta p_0 = 10$  Па – разница давлений на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций;  $G_n$  – допустимая воздухопроницаемость световых проемов производственных зданий,  $G_n = 10$  кг/(м<sup>2</sup> ч);  $\Delta p$  – расчетная разность давлений, Па

$$\Delta p = (H - h_i) (\gamma_n - \gamma_v) + 0,03 \gamma_v v^2 \beta_v, \quad (2)$$

где  $H$  – высота здания, м;  $h_i$  – расстояние от уровня пола 1 этажа до середины ограждающих конструкций этажа, м;  $\gamma_n$ ,  $\gamma_v$  – плотность наружного и внутреннего воздуха:

$$\gamma_n = 3463 / (273 + t_n), \quad \gamma_v = 3463 / (273 + t_v) \quad (3)$$

где  $t_n$  – температура наружного воздуха, °С;  $t_v$  – температура внутреннего воздуха, °С,  $v$  – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16% и больше



[5];  $\beta_v$  – коэффициент, учитывающий изменение скорости ветра по высоте здания.

Расход воздуха при инфильтрации определяется:

-для окон:

$$G_u = 0,21 \sum F_o \left( \frac{\Delta P}{10} \right)^{2/3} \cdot G_n \quad (4)$$

где  $F_o$  – площадь световых проемов,

-для наружных проемов:

$$G_{ш} = F_{ш} (2\rho_n \cdot \Delta p / \Sigma \xi)^{0,5} \quad (5)$$

где  $F_{ш}$  – площадь щелей наружных проемов;  $\Delta p$  – разница давлений между внутренним и наружным воздухом;  $\Sigma \xi$  – сумма коэффициентов местного сопротивления щели;  $\rho_n$  – плотность наружного воздуха

Расход тепла через окна  $Q_u$  и щели наружных проемов  $Q_{ш}$  определяется по формуле:

$$Q = 0,28 (G_u + G_{ш}) \cdot (t_v - t_n) \quad (6)$$

Выполнен расчет теплопотерь с учетом воздухопроницания ограждающих конструкций производственного одноэтажного помещения для района строительства г. Одесса (количество градусо-суток отопительного периода 2805, третья температурная зона). Помещение: высота – 7,0 м, сетка колонн 6х6 м, количество пролетов от 2 до 10, количество наружных стен от 1 до 4. В стене, ориентированной на Север, в одном пролете предусматриваются двери размером 3х3 м, во всех остальных пролетах – окно размером 3х3 м. Температура наружного воздуха  $-18^{\circ}\text{C}$ , температура воздуха в помещении  $+17^{\circ}\text{C}$  (минимальная из оптимальных, для категории работ IIa). Пол – неутепленный. Тепло-технические характеристики ( $R_{q \min}$ ,  $\text{м}^2 \text{K/Вт}$ ) ограждающих конструкций приняты по [4]. Окна и ворота расположены только на северной стороне, когда условия наихудшие: 19% повторяемость ветра и скорость 6,2 м/с [5]. Результаты расчета общих теплопотерь и их составляющих приведены в таблице 1.

Анализ выполненных расчетов показал, что потери теплоты через щели ворот и воздухопроницание через окна составят для помещений с одной стеной от 7 до 98%, а при увеличении количества наружных стен до четырех от 5 до 41%. Следует отметить, что, в [4] приведены данные по сопротивлению теплопередаче только для стеклопакетов, в то время когда в промышленных зданиях обычно используются и другие конструкции (табл.2). На основании полученных данных считаем возможным для зданий промышленного назначения применять данные, представленные в СНиП II-3-79\*\* «Строительная теплотехника», отмененном в 2006 году, и учтенные в Российском законодательстве [6], представленные в таблице 2.



Таблица 1 – Теплопотери помещений с учетом инфильтрации воздуха через световые проемы

Наружные ограждения	Размеры помещения в плане, м								
	1 наружная стена (север)								
	12x12	18x18	24x24	30x30	36x36	42x42	48x48	54x54	60x60
F ок	9	18	27	36	45	54	63	72	81
Q <sub>и</sub>	63	127	190	254	317	381	444	508	571
Q <sub>а</sub> [1]	8436	15924	25526	37243	51075	67022	85084	105260	127552
Q <sub>и</sub> % от Q <sub>а</sub>	0,75	0,80	0,75	0,68	0,62	0,57	0,52	0,48	0,45
Q <sub>а</sub> +Q <sub>и</sub>	8499	16051	25716	37497	51392	67403	85528	105768	128123
Q <sub>щ</sub>	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200
Q <sub>щ</sub> % от Q <sub>а</sub>	97,20	51,49	32,12	22,02	16,05	12,23	9,64	7,79	6,43
Q <sub>и</sub> +Q <sub>щ</sub>	8263	8327	8390	8454	8517	8581	8644	8708	8771
(Q <sub>и</sub> +Q <sub>щ</sub> )%	98	52	33	23	17	13	10	8	7
Q <sub>зд</sub>	16699	24251	33916	45697	59592	75603	93728	113968	136323
2 наружные стены									
Q <sub>и</sub>	63	127	190	254	317	381	444	508	571
Q <sub>а</sub>	12394	21905	33531	47272	63128	81083	101184	123385	147700
Q <sub>ок</sub> % от Q <sub>а</sub>	0,51	0,58	0,57	0,54	0,50	0,47	0,44	0,41	0,39
Q <sub>а</sub> +Q <sub>и</sub>	12457	22032	33721	47526	63445	81464	101628	123893	148271
Q <sub>щ</sub>	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200
Q <sub>щ</sub> % от Q <sub>а</sub>	66,16	37,43	24,45	17,35	12,99	10,11	8,10	6,65	5,55
Q <sub>и</sub> +Q <sub>щ</sub>	8263	8327	8390	8454	8517	8581	8644	8708	8771
(Q <sub>и</sub> +Q <sub>щ</sub> )%	67	38	25	18	13	11	9	7	6
Q <sub>зд</sub>	20721	30359	42112	55980	71963	90045	110273	132601	157043
3 наружных стены									
Q <sub>и</sub>	63	127	190	254	317	381	444	508	571
Q <sub>а</sub>	17562	27927	41537	57334	75132	95029	117285	141509	168093
Q <sub>и</sub> % от Q <sub>а</sub>	0,36	0,45	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38	0,36	0,34
Q <sub>а</sub> +Q <sub>и</sub>	17625	28054	41727	57588	75449	95410	117729	142017	168664
Q <sub>щ</sub>	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200
Q <sub>щ</sub> % от Q <sub>а</sub>	46,69	29,36	19,74	14,30	10,91	8,63	6,99	5,79	4,88
Q <sub>и</sub> +Q <sub>щ</sub>	8263	8327	8390	8454	8517	8581	8644	8708	8771
(Q <sub>и</sub> +Q <sub>щ</sub> )%	47	30	20	15	11	9	7	6	5
Q <sub>зд</sub>	25889	36381	50118	66042	83967	103991	126374	150725	177436
4 наружные стены									
Q <sub>и</sub>	63	127	190	254	317	381	444	508	571
Q <sub>а</sub>	20220	33779	49453	67241	87145	109028	133296	159544	187906
Q <sub>и</sub> % от Q <sub>а</sub>	0,31	0,38	0,39	0,38	0,36	0,35	0,33	0,32	0,30
Q <sub>а</sub> +Q <sub>и</sub>	20283	33906	49643	67495	87462	109409	133740	160052	188477
Q <sub>щ</sub>	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200
Q <sub>щ</sub> % от Q <sub>а</sub>	40,55	24,27	16,58	12,19	9,41	7,52	6,15	5,14	4,36
Q <sub>и</sub> +Q <sub>щ</sub>	8263	8327	8390	8454	8517	8581	8644	8708	8771
(Q <sub>и</sub> +Q <sub>щ</sub> )%	41	25	17	13	10	8	6	5	5
Q <sub>зд</sub>	28547	42233	58034	75949	95980	117990	142385	168760	197249



Таблица 2- Приведенное сопротивление теплопередачи окон [6]

Заполнение светового проема	R <sub>0</sub> , м <sup>2</sup> К/Вт, для переплетов	
	деревянных или ПВХ	алюминиевых
1. Двойное остекление в спаренных переплетах	0,40	-
2. Двойное остекление в отдельных переплетах	0,44	0,34*
3. Пустотные стеклянные блоки:		
- размером 194 x 194 x 98 мм	0,31 (без переплетов)	
- размером 244 x 244 x 98 мм	0,33 (без переплетов)	
4. Профильное стекло коробчатого сечения	0,31 (без переплетов)	
5. Двойное остекление из органического стекла	0,36	-
6. Тройное остекление в отдельно-спаренных переплетах	0,55	0,46
7. Однокамерный стеклопакет из стекла:		
обычного	0,38	0,34
с твердым селективным покрытием	0,51	0,43
с мягким селективным покрытием	0,56	0,47

### Выводы

1. Расчет теплотерь на инфильтрацию необходимо выполнять на основании требований ДБН.В 2.6-31:2006 "Теплова ізоляція будівель"

2. В зданиях промышленного назначения применять окна СНиП П-3-79\*\* «Строительная теплотехника».

1. Лужанская А.В., Рябова Е.А. К расчету теплотерь на нагревание вентиляционного воздуха. 1 Сборник студенческих научных работ ИИЭС – Одеса, ОГАСА, - 2008, 32-34 С. 2. Изменение №1 к СНиП 2.04.05-91 "Отопление, вентиляция и кондиционирование"-К.: Госкомградостроительство України. – 1998., 19 с. 3. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.1. Отопление./Н.В. Болословский и др.; Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990.-344 с. – (Справочник проектировщика). 4. ДБН.В 2.6-31:2006 "Теплова ізоляція будівель" – К.: Мінбуд України. – 2006., 66 с. 5. СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика» - М.: Госстрой СССР., 1982. – 125 с. 6. СТО 17532043-001-2005 23-101-2004 «Нормы теплотехнического проектирования ограждающих конструкций и оценки энергоэффективности зданий» -М.: Стандарт организации. Российский РНТО строителей. – 51 с., 2006.