

# **Реконструкция систем теплогазоснабжения и микроклимата жилого здания**

# Состав курсовой работы

## Пояснительная записка:

- **Обследование реконструируемого здания**
- **Реконструкция наружных ограждений**
- **Отопление**

Графическая часть состоит из одного листа формата А1 (594 x 1189 мм) на котором размещаются технические решения по системе отопления (+ планы этажей), и одного листа А2 (420 x 594 мм), на котором размещаются технические решения по реконструкции теплового узла.

Для существующего дома 1963 г.  
постройки

Нагрузка на существующую  
систему отопления

Годовое потребление энергии на  
отопление здания

Утепление наружных  
ограждений

Замена окон и входной двери

Перерасчет нагрузки на систему  
отопления

Перерасчет годового потребления  
энергии на отопление здания

Реконструкция системы  
отопления

Реконструкция теплового пункта

## Обследование реконструируемого здания

Получение данных по объекту



По заданию



Определение климатических характеристик района расположения объекта



Определение параметров внутреннего микроклимата  
реконструированного здания



Расчет теплотехнических характеристик существующих наружных  
ограждений



Определение тепловых потерь здания



# Определение зоны влажности:

СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003, [Приложение В](#)



# Определение параметров внутреннего микроклимата реконструированного здания

**ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, Таблица 1**

$t_v$ для помещений, °С					$\phi_B$ , %	Влажностный режим помещения
Жилая комната угловая	Жилая комната рядовая	Кухня	Лестничная клетка	Туалет / Ванна / Совмещенный санузел		
22 при $t_n > -31$ °С	20 при $t_n > -31$ °С	19	14	19 / 24 / 24	55	Таблица 1, СП 50
23 при $t_n \leq -31$ °С	21 при $t_n \leq -31$ °С					

**СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003**

**СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003:**

**В холодный период года** в обслуживаемой зоне жилых помещений температура воздуха принимается минимальная из оптимальных температур, в обслуживаемой зоне жилых зданий – минимальная из допустимых

СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003, [Таблица 1](#)

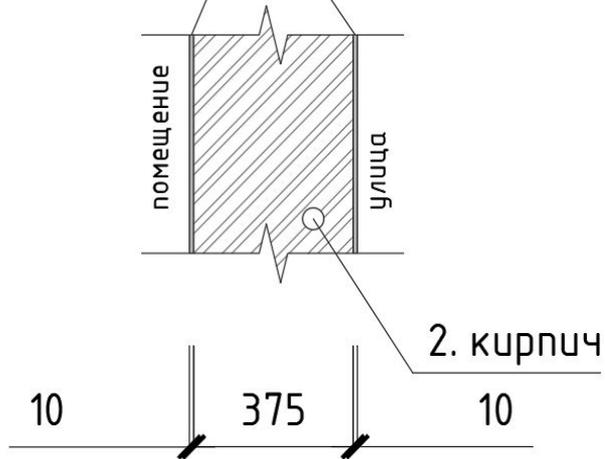
Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре, °С		
	до 12	свыше 12 до 24	свыше 24
Сухой	До 60	До 50	До 40
Нормальный	Свыше 60 до 75	Свыше 50 до 60	Свыше 40 до 50
Влажный	Свыше 75	Свыше 60 до 75	Свыше 50 до 60
Мокрый	-	Свыше 75	Свыше 60

# Расчет теплотехнических характеристик существующих наружных ограждений

## Конструкция наружной стены

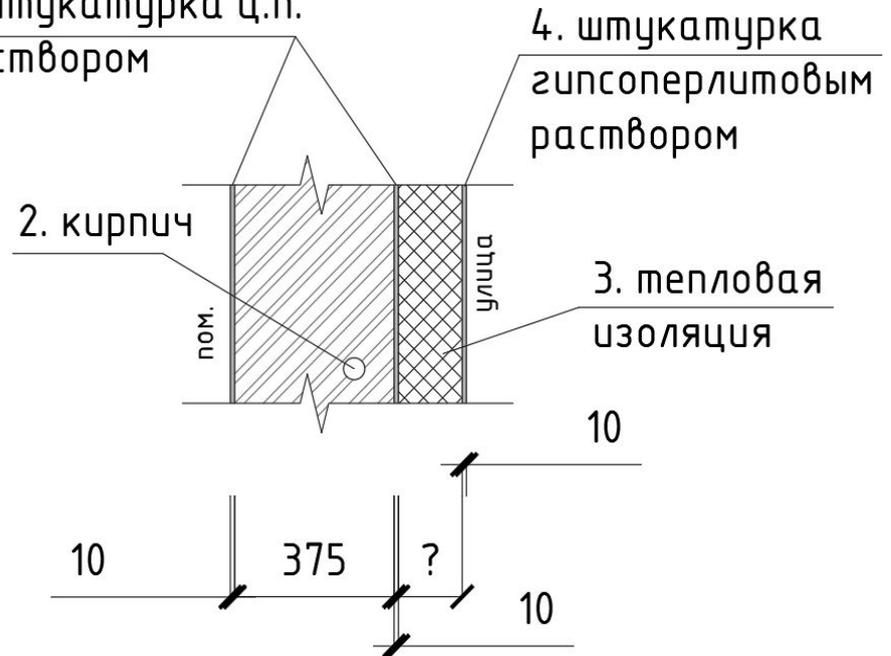
до реконстр.

1. штукатурка ц.п.  
раствором



после реконстр.

1. штукатурка ц.п.  
раствором



## Условия эксплуатации ограждающей конструкции

СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция  
СНиП 23-02-2003, [Таблица 2](#)

Влажностный режим помещений зданий (по таблице 1)	Условия эксплуатации А и Б в зоне влажности (по приложению В)		
	сухой	нормальной	влажной
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

# Теплотехнические показатели строительных материалов

## СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003, Приложение Т

№ слоя	Наименование материала	Условия эксплуатации ограждений	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	Коэффициент паропроницаемости $\mu$ , мг/(м·ч·Па)	Толщина слоя $\delta$ , мм
1	2	3	4	5	6	7
Для рассматриваемого примера:						
1	Штукатурка ц.п. раствором по стальной оцинкованной сетке	A	1800	0,76	0,03	10
2	Кирпич глиняный обыкновенный по ГОСТ 530 на ц.п. растворе	A	1800	0,7	0,49	375
3	Пенополистирол По ГОСТ 15588	A	40	0,041	0,05	???
4	Штукатурка гипсоперлитовым раствором по стальной оцинкованной сетке	A	600	0,19	0,17	10

## Расчетные коэффициенты для ограждающих конструкций

СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция  
СНиП 23-02-2003, [Таблица 4](#)

Наименование конструкции	$n$	$\alpha_v$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	$\alpha_n$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)
Наружные стены (НС)	1	8,7	23
Пол над неотапливаемым подвалом (ПЛ)	0,6	8,7	6
Чердачные перекрытия (ПТ)	0,9	8,7	12

$n$  – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху;

$\alpha_v$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С) – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции;

$\alpha_n$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С) – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции

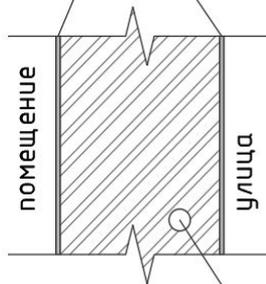
# Определение коэффициентов сопротивления теплопередаче ДО реконструкции

Расчетное сопротивление теплопередаче многослойной ограждающей конструкции (наружная стена):

$$R_o^p = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_1^i R_{Ti} + \frac{1}{\alpha_H}$$

до реконстр.

1. штукатурка ц.п.  
раствором



Термическое сопротивление теплопередаче отдельного слоя конструкции, (м<sup>2</sup>°С)/Вт:

$$R_{Ti} = \frac{\delta}{\lambda}$$

где  $\delta$  – толщина, м, слоя конструкции;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности слоя конструкции, Вт/(м°С).

Расчетное сопротивление теплопередаче перекрытий чердачных, а также перекрытий над неотапливаемыми подпольями и подвалами в учебных целях принимается равным нормируемому значению приведенного сопротивления теплопередаче на момент возведения здания:

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})nb}{\alpha \Delta t^{\text{н}}}$$

$b$  – коэффициент качества изоляции: для утеплителя подверженного деформации или усадке (стиропор, минераловатные плиты, войлок и т.п.),  $b = 1,2$ ; для утеплителя с плотностью менее  $400 \text{ кг/м}^3$ ,  $b = 1,1$ ; для всех прочих наружных ограждения  $b = 1$ ;

$\Delta t^{\text{н}}$  – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С: для жилых помещений, для наружных стен  $\Delta t^{\text{н}} = 6$  °С; для жилых помещений, для бесчердачных покрытий и чердачных перекрытий  $\Delta t^{\text{н}} = 4,5$  °С; для поверхности пола  $\Delta t^{\text{н}} = 2,5$  °С

Средняя температура наиболее холодной пятидневки  $t_{\text{н}}$ , °С, в данном случае должна быть определена согласно действующему нормативному документу на момент возведения здания

# СНиП II-A.6-62 Строительная геофизика и климатология.

## Основные положения для проектирования, Таблица 1

№ п/п	Населенный пункт	$t_5^{92}, ^\circ\text{C}$	№ п/п	Населенный пункт	$t_5^{92}, ^\circ\text{C}$	№ п/п	Населенный пункт	$t_5^{92}, ^\circ\text{C}$
1	Архангельск	-32	12	Иваново	-28	23	Пермь	-31
2	Астрахань	-22	13	Иркутск	-35	24	Петрозаводск	-26
3	Барнаул	-38	14	Казань	-30	25	Рязань	-27
4	Брянск	-23	15	Кемерово	-39	26	С.-Петербург (Ленинград)	-24
5	Белгород	-23	16	Магадан (по бухте Нагаева)	-30	27	Саратов	-28
6	Владимир	-27	17	Москва	-26	28	Смоленск	-24
7	Владивосток	-24	18	Мурманск	-26	29	Сочи	-3
8	Волгоград	-25	19	Н. Новгород (Горький)	-28	30	Сургут	-40
9	Воркута (Усть-Воркута)	-38	20	Новосибирск	-39	31	Хабаровск	-33
10	Грозный	-16	21	Омск	-35	32	Майкоп	-16
11	Екатеринбург (Свердловск)	-32	22	Орел	-25	33	Ейск	- 19

# Приведенное сопротивление теплопередаче и сопротивление воздухопроницанию оконных проемов

СНиП II-V.6-62 Ограждающие конструкции. Нормы проектирования, Табл. 3, 4

№	Конструкция заполнения светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт	Сопротивление воздухопроницанию $R_{\phi}$ , м <sup>2</sup> ·ч/кг
1	Одинарный переплет (одинарное остекление)	0,17	0,19
2	Одинарный переплет (двойное остекление)	0,35	0,22
3	Одинарный переплет со стеклопакетом (двойное остекление)	0,31	0,24
4	Двойные переплеты отдельные (двойное остекление)	0,38	0,26
5	Двойные переплеты спаренные (двойное остекление)	0,35	0,29
6	Двойные переплеты отдельные (одинарное + двойное остекление)	0,52	0,38
7	Тройные переплеты отдельные (тройное остекление)	0,31	0,40

Тип оконных проемов принимается согласно заданию, а сопротивления теплопередаче и воздухопроницанию принимаются с учетом коэффициента износа конструкции  $k_{изн}$  (при отсутствии данных принять  $k_{изн} = 1,1$ )

## Сопротивление теплопередаче и коэффициент теплопередачи наружных ограждений здания до реконструкции

Коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции  $k$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С), определяют по формуле:

$$k = \frac{1}{R_0^{\text{факт}}}$$

Тип наружного ограждения	R, м <sup>2</sup> ·°С/Вт	k, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)
Наружная стена (НС)		
Чердачное перекрытие (ПТ)		
Перекрытие над подвалом (ПЛ)		
Окно (ОК)		

## Определение коэффициентов сопротивления теплопередаче ПОСЛЕ реконструкции

**Теплозащитная оболочка здания должна отвечать следующим требованиям:**

- приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования);
- температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование).
- удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения (комплексное требование)

## Поэлементные требования

СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция  
СНиП 23-02-2003, Таблица 3

Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год, определяют по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{оп}}) \cdot z_{\text{оп}}$$

Здания и помещения, коэффициенты $a$ и $b$	Градусо-сутки отопительного периода, °С · сут/год	Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче $R_0^{\text{TP}}$ , (м <sup>2</sup> ·°С)/Вт, ограждающих конструкций				
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачных над неотапливаемыми подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей, витрин и витражей	Фонарей
1	2	3	4	5	6	7
1 Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
$a$	–	0,00035	0,0005	0,00045	–	0,000025
$b$	–	1,4	2,2	1,9	–	0,25

$$R_0^{\text{TP}} = \frac{(R_0 - R_M)}{(\text{ГСОП}_0 - \text{ГСОП}_M)} \cdot (\text{ГСОП} - \text{ГСОП}_M) + R_M$$

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции  $R_o^{\text{норм}}$ ,  $(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$ , следует определять по формуле:

$$R_o^{\text{норм}} = R_o^{\text{тр}} \cdot m_p$$

$R_o^{\text{тр}}$ ,  $(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$  – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода, (ГСОП),  $\text{°C}\cdot\text{сут}/\text{год}$ , региона строительства;

$m_p$  – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства.

Значения коэффициента для стен принимается не менее 0,63, для светопрозрачных конструкций не менее 0,95 и не менее 0,8 для остальных ограждающих конструкций.

Расчетное сопротивление теплопередаче наружной стены, (м²С)/Вт :

$$R_o^p = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_H} = R_o^{норм}$$

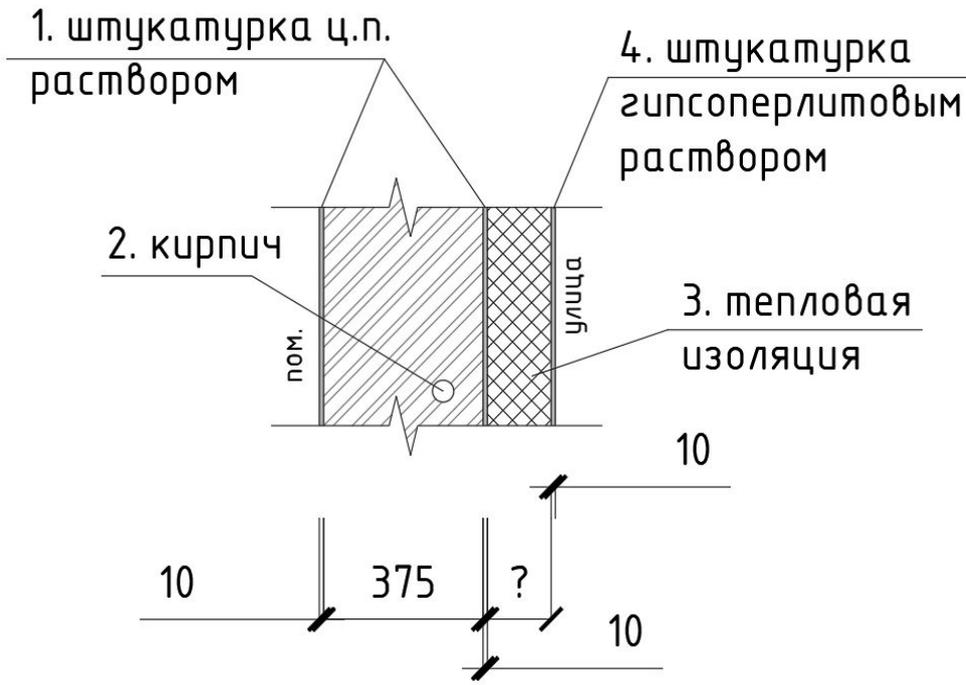
Термическое сопротивление теплопередаче слоя утеплителя  $R_{ут}$ , (м²С)/Вт:

после реконстр.

$$R_{ут} = R_2 = R_o^{норм} - \left( \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_H} \right)$$

Толщина утеплителя, м:

$$\delta_2 = R_2 \cdot \lambda_2$$



## Комплексное требование

Удельная теплозащитная характеристика здания, Вт/(м<sup>3</sup>·°С):

$$k_{об} = \Sigma \left( \frac{n_i A_i}{R_{o.i}^{тр}} \right) / V_{от}$$

$V_{от}$  – отапливаемый объем здания, м<sup>3</sup>;  $A_i$  – площади основных наружных ограждений (наружных стен, окон, пола над неотапливаемым подвалом и чердачного перекрытия);  $n_i$  – коэффициент снижения расчетной разности температур за счет наличия соседних неотапливаемых помещений (для наружных стен и окон  $n = 1$ , для пола над неотапливаемым подвалом  $n = 0,6$ , для чердачного перекрытия  $n = 0,9$ )

Требуемая удельная теплозащитная характеристика здания, Вт/(м<sup>3</sup>·°С):

$$k_{об}^{тр} = \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt{V_{от}}}}{0,00013 \cdot ГСОП + 0,61}$$

Если  $k_{об} > k_{об}^{тр}$ , необходимо увеличить значения  $R_o^{тр}$  для некоторых или всех ограждений вплоть до выполнения условия  $k_{об} \leq k_{об}^{тр}$ .

Тип заполнения светового проема выбирается таким образом, чтобы выполнялось условие:

$$R_o \geq R_o^{тр} \text{ м } ^\circ\text{С/Вт}$$

№	Заполнение светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o$ , м <sup>2</sup> °С/Вт	Число уплотненных притворов, шт.	Сопротивление воздухопроницанию $R^ф_{и}$ , м <sup>2</sup> ч/кг
1	Двойное остекление в спаренных переплетах	0,40	1	0,26
2	Двойное остекление в отдельных переплетах	0,44	1	0,29
3	Двойное остекление в отдельных переплетах	0,44	2	0,38
4	Однокамерный стеклопакет из стекла с твердым селективным покрытием	0,51	1	0,40
5	Двухкамерный стеклопакет из обычного стекла (с межстекольным расстоянием )	0,54	1	0,40
6	Двухкамерный стеклопакет из обычного стекла с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,65	1	0,40
7	Четырехслойное остекление в двух спаренных переплетах	0,80	1	0,42
8	Четырехслойное остекление в двух спаренных переплетах	0,80	2	0,63

Проверяется принятый тип заполнения оконных проемов на воздухопроницаемость и подбирается тип уплотнения притворов по условию:

$$R_{\text{и}}^{\phi} \geq R_{\text{и}}^{\text{тр}} \text{ м ч}^2/\text{кг}$$

$R_{\text{и}}^{\text{тр}}$  – требуемое сопротивление воздухопроницанию окна, м<sup>2</sup> ч/кг, по формуле:

$$R_{\text{и}}^{\text{тр}} = \frac{1}{G_{\text{н}}} \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{2/3} \text{ м ч}^2/\text{кг}$$

$G_{\text{н}}$  – нормативная воздухопроницаемость окна, кг/(ч·м<sup>2</sup>), принимаемая в зависимости от конструкции окна, витража, витрин. Для окон и балконных дверей жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в пластмассовых или алюминиевых переплетах  $G_{\text{н}} = 5$  кг/(ч·м<sup>2</sup>).

$\Delta p_0$  – разность давлений воздуха по обе стороны окна, при которой проводятся исследования воздухопроницаемости окон,  $\Delta p_0 = 10$  Па

$\Delta p$  – разность давлений на наружной и внутренней поверхности окон, Па:

$$\Delta p = 0,55 H (\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}}) + \gamma_{\text{н}} v^2$$

$H$  – высота здания (от нижней отметки входа в здание до устья вентиляционной шахты), м;

$v$  – расчетная скорость ветра для холодного периода, как максимальная из средних скоростей по румбам за январь, повторяемость которой не ниже 16%, м/с

$\gamma_{\text{н}}$ ,  $\gamma_{\text{в}}$  – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м<sup>3</sup>

$$\gamma = \frac{3463}{273 + t}$$

## Определение тепловых потерь здания

Тепловые потери через ограждающие конструкции помещения  $Q_{ТП}$ , Вт, определяются следующим образом:

$$Q_{ТП} = k \cdot A \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot n \cdot (1 + \sum$$

где  $k$  – коэффициент теплопередачи отдельной ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>°С);

$A$  – расчетная площадь поверхности ограждения, вычисленная по правилам его обмера, м<sup>2</sup>;

$t_{в}$  – внутренняя температура воздуха в помещении, °С;

$t_{н}$  – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года,  $t_{н5}^{0,92}$  при расчете теплотерь через наружные ограждения (или температура воздуха за внутренним ограждением, через которое рассчитываются тепловые потери), °С;

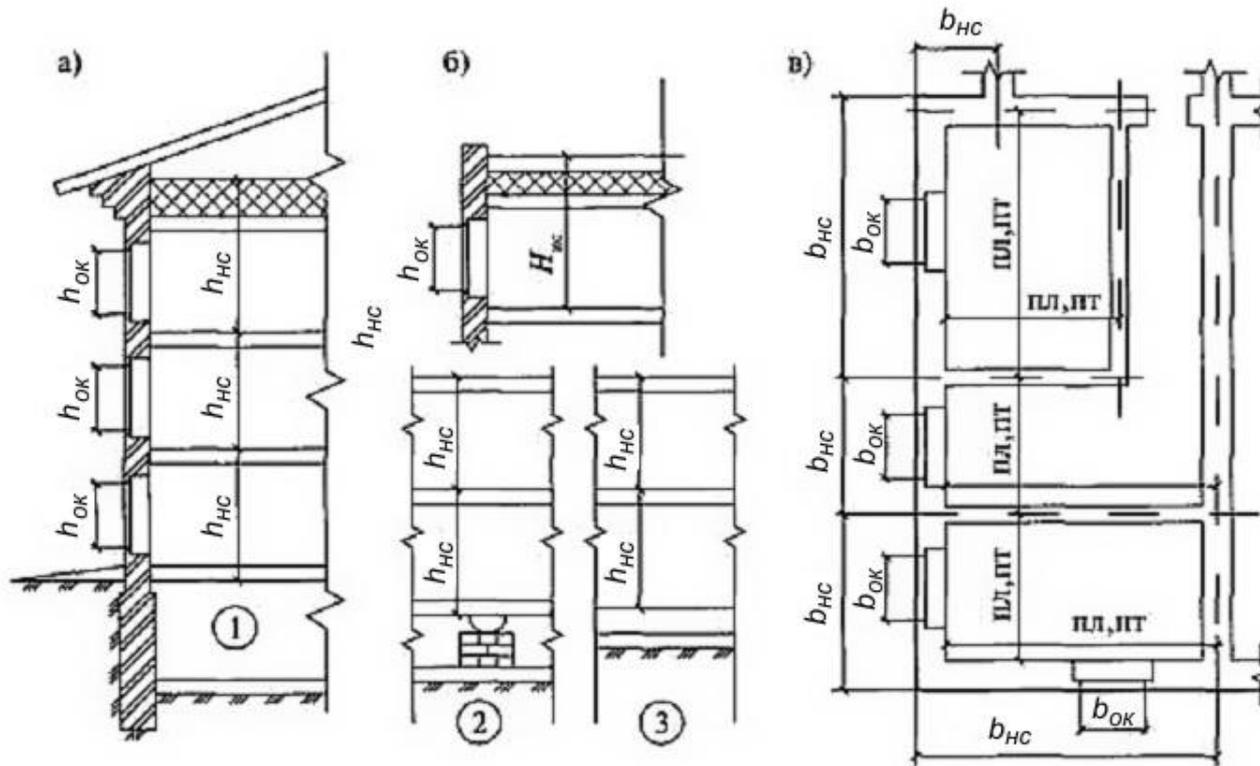
$n$  – коэффициент учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху;

$\beta$  – коэффициент, учитывающий добавочные теплотери в долях от основных.

# Расчет теплотерь через ограждающие конструкции

N пом.	Наименов. пом.	$t_{в}, \text{ } ^\circ\text{C}$	Характеристика ограждения					$k, \text{ Вт/м}^2\text{ } ^\circ\text{C}$	$n$	$t_{н}, \text{ } ^\circ\text{C}$	$\Delta t, \text{ } ^\circ\text{C}$	$\Delta t \cdot n, \text{ } ^\circ\text{C}$	$Q_{осн}, \text{ Вт}$	Добавки, $\beta$			$Q_{тп}, \text{ Вт}$	$Q_{нвф}, \text{ Вт}$
			Наим. огр.	Ориентация	Ширина $a, \text{ м}$	Высота $b, \text{ м}$	Площ. $A, \text{ м}^2$							На ориент.	Пр.	$1+\Sigma\beta$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

## Правила обмера ограждающих конструкций помещений



При определении тепловых потерь через стены, на которых расположены окна, площади этих стен рассчитываются без вычета из них площадей окон.

Вместо этого из коэффициента теплопередачи окна вычитают коэффициент теплопередачи стены, на которой оно расположено:  $k'_{ок} = k_{ок} - k_{нс}$ .

Добавки,  $\beta$  (учет добавочных тепловых потерь в долях от основных):

**На ориентацию ограждения:**

С, СВ, В, СЗ –  $\beta = 0.1$ ;

З, ЮВ –  $\beta = 0.05$ ;

Ю, ЮЗ –  $\beta = 0$ .

**Прочие:**

**добавка  $\beta = 0,27 \cdot H$**  на врывание в здание холодного воздуха через двойные двери с тамбуром между ними ( $H$  – высота здания, м);

**добавка для вертикальных ограждений (НС, ОК)** в угловых помещениях (кроме угловых жилых комнат) принимается в размере 0,05 от основных теплотерь для каждой наружной стены и окна, если хотя бы одно ограждение ориентировано на север, восток, северо-восток или северо-запад. В противном случае добавку следует принимать в размере по 0,1.

## Теплопотери на нагрев инфильтрующегося воздуха

$$Q_{\text{ИНФ}} = q_{\text{ИНФ}iэ} \cdot \sum_{\text{ок}}$$

$A_{\text{ок}}$  – суммарная площадь окон в помещении, м<sup>2</sup>;

$q_{\text{ИНФ}iэ}$  – удельный поток теплоты на нагрев инфильтрующегося воздуха на каждом этаже, Вт/м<sup>2</sup>, определяется по формуле:

$$q_{\text{ИНФ}iэ} = c_{\text{в}} \cdot \beta_{\text{э}} \cdot G_{\text{о}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})$$

где  $c_{\text{в}}$  – массовая теплоемкость воздуха, равная 1,005 кДж/(кг°С);  $\beta_{\text{э}}$  – экономайзерный коэффициент, зависящий от конструкции окна (для окон в отдельных переплетах  $\beta_{\text{э}} = 0,8$ , для окон в спаренных переплетах  $\beta_{\text{э}} = 1,0$  (см. п.1.5));  $t_{\text{в}}$  – внутренняя температура воздуха в помещении, °С;  $t_{\text{н}}$  – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года ( $t_{\text{н}5}^{0,92}$ ), °С;

$G_{\text{о}}$  – удельный расход инфильтрующегося воздуха, кг/(м<sup>2</sup> ч):  $G_{\text{о}} = \frac{1}{R_{\text{и}}^{\text{ф}}} \left( \frac{\Delta p}{10} \right)^{2/3}$

$R_{\text{и}}^{\text{ф}}$  – фактическое сопротивление воздухопроницанию окна, (м<sup>2</sup> ч)/кг

$\Delta p$  – расчетная разность давлений, Па, с двух сторон окон:  $\Delta p = 5,4 \cdot H \cdot (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}}) + 0,29 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot v^2$

$v$  – расчетная скорость ветра для холодного периода;  $H$  – высота от середины окна до устья вентшахты, м

## Расчет величины энергосбережения по реконструкции ограждающих конструкций здания

Количество тепловой энергии потребляемой за отопительный сезон  $Q_{ос}$ , ГДж, может быть определено по формуле:

$$Q_{ос}^{до} = \frac{Q_{тп}^{до}}{10^9} * \frac{t_{в} - t_{оп.ср}}{t_{в} - t_{н}} * Z_{оп} * 24 * 3600$$

$$Q_{ос}^{рек} = \frac{Q_{тп}^{рек}}{10^9} * \frac{t_{в} - t_{оп.ср}}{t_{в} - t_{н}} * Z_{оп} * 24 * 3600$$

$Q_{тп}$  – теплопотери зданий до и после реконструкции, Вт

Годовая экономия тепловой энергии  $Q_{эк}$ , ГДж, составит:

$$Q_{эк} = Q_{ос}^{до} - Q_{ос}^{рек}$$

Количество финансирования, которое можно выделить для реконструкции здания (капитальные затраты), чтобы экономия от данных мероприятий за  $t$ , лет составила (не более 10 лет),  $K$ , руб., составит:

$$K = \tau * Q_{\text{эк}} * T$$

где  $T$  – стоимость потребляемой зданием тепловой энергии (тариф), руб/ГДж, в рамках курсового проекта принимать в размере 430 руб/ ГДж ( $\approx 1800$  руб/ Гкал)

### Определение технико-экономических показателей:

Параметр	До реконструкции	После реконструкции
1. Требуемая расчетная мощность на отопление объекта, Вт		
2. Годовое потребление энергии на отопление объекта, ГДж/год		
3. Ожидаемые годовые затраты на отопление объекта при расчёте по тарифу, рубли/год		
4. Ожидаемый годовой экономический эффект от реконструкции объекта, рубли/год	-	
5. Ожидаемый полный экономический эффект от реконструкции объекта за рассматриваемый период времени, рубли (за 10 лет)	-	