

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УО «Полоцкий государственный университет»

Э.И. ГОНЧАРОВ, В.А. ЗАФАТАЕВ

Методические указания
к выполнению контрольной работы по курсу
«СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА»
для студентов специальности 1-70 04 02
«Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна»
заочной формы обучения

Новополоцк 2011

Методические указания подготовлены в соответствии с учебным планом и программой курса «Строительная теплофизика» для специальности «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» с использованием действующих нормативных документов и учебной литературы.

Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

Составители:

Э.И. ГОНЧАРОВ, канд. тех. наук, доцент

В.А. ЗАФАТАЕВ

Рецензент:

Ю.В. РАЗВАЛЯЕВ, канд. тех. наук, доцент

"Строительная теплофизика" является одной из специальных профилирующих дисциплин в общей программе подготовки специалистов по специальности "Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна", содержащей теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Целью контрольной работы является проведение теплотехнического расчёта наружных ограждающих конструкций жилого помещения в соответствии с требованиями [1].

Контрольная работа включает в себя:

1. Расчёт сопротивления теплопередаче наружного ограждения.
2. Тепловлажностный расчёт наружного ограждения.
3. Расчёт теплоустойчивости помещения.
4. Расчёт температур внутренних поверхностей помещения и проверка возможности конденсации водяных паров из влажного воздуха на внутренних поверхностях.
5. Расчёт сопротивления воздухопроницанию заполнения оконного проёма и выбор его конструкции.

Вариант задания на выполнение работы выдаёт преподаватель – руководитель работы.

Выбор задания производится по таблице №1 в соответствии с вариантом, схемы конструкций наружной стены приведены на рисунке 2. Размеры конструкций наружных ограждений на схемах даны в сантиметрах. Теплотехнические показатели строительных материалов приведены в таблице 2.

1 ПРИМЕР ВЫБОРА ЗАДАНИЯ

По номеру варианта 48 выбирается следующее задание:

Необходимо провести расчёт углового помещения верхнего этажа здания в г. Минске, конструкция наружной стены Б (рис. 2) с утепляющим слоем из матов минераловатных прошивных.

После выбора задания перед началом работы из [1] заполняется таблица климатологических данных для условий заданного города.

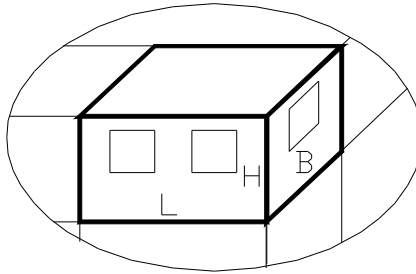


Рисунок 1. Характеристика помещения

длина $L=8\text{м}$; ширина $B=5\text{м}$; высота $H=3\text{м}$;
 площадь световых проёмов 30% от площади наружных стен

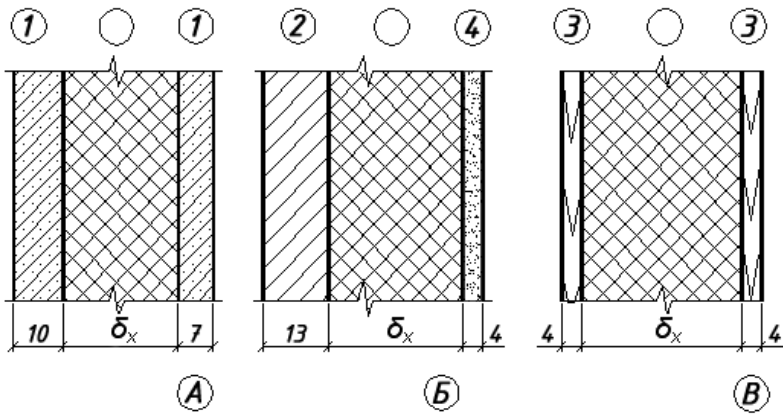


Рисунок 2. Схемы конструкций наружных стен

Климатологические данные

Вариант _____ Город _____

Наименование показателя	Обозначение	Численно величина	Литера- турный источник
1. Расчётная температура внутреннего воздуха	$t_{в}, ^\circ\text{C}$		табл. 4.1
2. Расчётная зимняя температура наружного воздуха	$t_{н}, ^\circ\text{C}$		табл. 5.2, табл. 4.3
3. Продолжительность отопительного периода	$z_{от}, \text{сут}$		табл. 4.4
4. Средняя за отопительный период температура наружного воздуха	$t_{н.от}, ^\circ\text{C}$		табл. 4.4
5. Средняя температура наиболее холодной пятидневки	$t, ^\circ\text{C}$		табл. 4.3
6. Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь	$v_{ср}, \text{м/с}$		табл. 4.5
7. Расчётная относительная влажность внутреннего воздуха	$\varphi_{в}, \%$		табл. 4.1
8. Средняя относительная влажность наружного воздуха за отопительный период	$\varphi_{н.от}, \%$		табл. 4.4

Таблица 1

Варианты заданий

Номер задания	Город	Варианты схем наружных стен: в числителе - схема по рис.2; в знаменателе - порядковый номер теплоизоляционного материала из таблицы 2	Номер задания	Город	Варианты схем наружных стен: в числителе - схема по рис.2; в знаменателе - порядковый номер теплоизоляционного материала из таблицы 2
1	Минск	А/6	26	Витебск	Б/8
2	Витебск	Б/7	27	Гомель	Б/9
3	Гомель	В/8	28	Гродно	Б/6
4	Гродно	А/9	29	Могилёв	Б/9
5	Могилёв	Б/6	30	Брест	Б/8
6	Брест	В/7	31	Минск	В/7
7	Минск	Б/8	32	Витебск	В/6
8	Витебск	В/9	33	Гомель	В/9
9	Гомель	А/9	34	Гродно	В/8
10	Гродно	А/8	35	Могилев	В/7
11	Могилёв	Б/7	36	Брест	В/9
12	Брест	В/6	37	Минск	В/6
13	Минск	В/9	38	Витебск	Б/7
14	Витебск	А/8	39	Гомель	А/8
15	Гомель	Б/7	40	Гродно	В/9
16	Гродно	В/6	41	Могилёв	Б/6
17	Могилёв	А/7	42	Брест	А/7
18	Брест	Б/8	43	Минск	Б/8
19	Минск	А/9	44	Витебск	В/9

продолжение таблицы 1

20	Витебск	А/6	45	Гомель	В/8
21	Гомель	А/8	46	Гродно	Б/9
22	Гродно	А/9	47	Могилев	А/7
23	Могилёв	А/6	48	Брест	А/6
24	Брест	А/7	49	Минск	Б/6
25	Минск	Б/7	50	Витебск	В/7

Таблица 2

Расчётные коэффициенты теплопроводности λ ,
теплоусвоения s строительных материалов (режим Б)

№	Материал	λ , Вт/(м·К)	s , Вт/(м ² ·К)
I. Конструкционные материалы			
1	Железобетон	2,04	19,70
2	Кирпичная кладка из глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе	0,81	10,12
3	Сосна и ель поперёк волокон	0,35	6,33
4	Известняк	1,28	13,70
II. Теплоизоляционные материалы			
6	Маты минераловатные прошивные	0,07	0,82
7	Плиты мягкие, полужёсткие и жёсткие минераловатные на битумном связующем	0,11	1,72
8	Плиты пенополистирольные	0,052	0,55
9	Плиты полистиролбетонные теплоизоляционные	0,10	1,56

2 СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ НАРУЖНОГО ОГРАЖДЕНИЯ

Целью этой части контрольной работы является определение термического сопротивления теплопередаче наружного ограждения, на основании которого выбирается толщина теплоизоляционного слоя в конструкции наружных стен и определяется тепловая инерция ограждений.

В соответствии с [1, п. 5.1÷5.13], сопротивление теплопередаче R_m ограждающих конструкций жилых помещений, за исключением заполнений световых проёмов, следует принимать не менее требуемого сопротивления теплопередаче $R_{m,mp}$, определяемого по [1, ф. 5.2], и не менее нормативного сопротивления теплопередаче $R_{m,нор}$, приведённого в [1, табл. 5.1]. Сопротивление теплопередаче R_m заполнений наружных световых проёмов должно быть не менее нормативного сопротивления теплопередаче $R_{m,нор}$, приведённого в [1, табл. 5.1].

После расчёта термического сопротивления ограждения R_m определяется толщина слоя утеплителя по формуле

$$d_{ym} = l_{ym} \cdot \left(R_m - \frac{1}{\alpha_в} - \frac{1}{\alpha_н} - \sum_{i=1}^n R_{ki} \right),$$

где R_{ki} – термическое сопротивление конструктивных слоёв, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$;

$\alpha_в$ и $\alpha_н$ – коэффициенты теплоотдачи на внутренней и наружной поверхностях ограждения, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

λ_{ym} – коэффициент теплопроводности материала утеплителя, $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$.

Рассчитанная величина d_{ym} округляется до целого сантиметра.

Используя полученную величину d_{ym} и известные толщины конструктивных слоёв ограждений по [1, ф. 5.4] вычисляется величина тепловой инерции D ограждения.

3 ТЕПЛОВЛАЖНОСТНЫЙ РАСЧЁТ НАРУЖНОГО ОГРАЖДЕНИЯ

В соответствии с [1, п. 5.14] для многослойной ограждающей конструкции после определения сопротивления теплопередаче необходимо при расчётных параметрах внутреннего воздуха и средних параметрах наружного воздуха за отопительный период определить для каждого слоя значения температур, максимальных и действительных парциальных давлений водяного пара влажного воздуха, а также средние значения относительной влажности. Если средняя влажность слоя конструкции менее или равна 75%, то необходимо выполнить уточнённый расчёт сопротивления теплопроводности этого слоя, приняв условия эксплуатации А материала слоя, после чего скорректировать толщину слоя утеплителя.

4 ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТЬ ПОМЕЩЕНИЯ

Теплоустойчивость – это способность помещения сохранять неизменной температуру внутреннего воздуха при колебаниях теплового потока, поступающего в помещение от отопительных приборов.

Амплитуда колебаний температуры внутреннего воздуха A_6 рассчитывается по [1, ф. 6.1], в течение суток не должна превышать ± 3 °С от расчётного значения.

Для выбора коэффициента неравномерности теплоотдачи m принимаем квартирную водяную систему отопления помещения, коэффициенты теплопоглощения внутренних поверхностей ограждающих конструкций B , Вт/(м²·°С), определяются в соответствии с [1, п.п.6.3÷6.6]. Теплотери помещения определяются по соотношению

$$Q = \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{R_i} \cdot (t_6 - t) \cdot (1 + b_i) \cdot n,$$

где F_i – расчётная площадь ограждения, м²;
 R_i – сопротивление теплопередаче, м²·К/Вт;
 t – средняя температура наиболее холодной пятидневки, °С;
 n – то же, что в [1, ф. 5.2];

β_i – добавочные потери теплоты в долях от основных потерь, определяемые для помещений в зданиях любого назначения для наружных вертикальных и наклонных (вертикальная проекция) стен, дверей и окон, обращённых на север, восток, северо-восток и северо-запад – в размере 0,1, на юго-восток и запад – в размере 0,05, на юг и юго-запад равными 0.

В этом разделе курсовой работы также необходимо провести проверку возможности конденсации водяных паров из влажного внутреннего воздуха на внутренней поверхности ограждения. Минимальная температура внутренней поверхности $t_{e\min}$, наружной стены определяются по [1, ф. 6.9], минимальная температура в углу наружных стен рассчитывается по приближённому соотношению

$$t_{e\min}^{yz} = t_{e\min}^{nc} - (0,18 - 0,036 \cdot R_m^{nc}) \cdot (t_e - t_n),$$

где $t_{e\min}^{nc}$ – минимальная температура наружных стен, определённая по [1, ф. 6.9], °С;

R_m^{nc} – термическое сопротивление теплопередаче наружных стен, м²·К/Вт.

Максимальная упругость водяных паров во внутреннем воздухе определяется по соотношению $E = 476 + (11,5 + 1,61 \cdot t_e)^2$, или по приложению Е [1], действительная упругость водяных паров во внутреннем воздухе $e_e = 0,01 \cdot j \cdot E_e$, температура точки росы для воздуха $t_p = 37,2 - (7 - 0,0015 \cdot e_e)^2$. Далее проводится сравнение значений минимальных температур внутренних поверхностей наружных ограждений с t_p и определяется возможность конденсации водяного пара на внутренних поверхностях.

5 РАСЧЁТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВОЗДУХОПРОНИЦАНИЮ ЗАПОЛНЕНИЯ ОКОННОГО ПРОЁМА И ВЫБОР ЕГО КОНСТРУКЦИИ

Сопротивление воздухопроницанию заполнений световых проёмов, должно быть не менее требуемого сопротивления воздухопроницанию $R_{e,mp}$, м²·ч·Па/кг, определяемого по [1, ф. 8.4]. При расчёте разности давлений воздуха на наружной и внутренней

поверхностях высоту здания от поверхности земли до верха карниза принимать равной 17 м.

После расчёта требуемого сопротивления воздухопроницания окна $R_{в.пр}$, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$, а также с учётом сопротивления теплопередаче R_m заполнений световых проёмов по [1, прил. Г] и [1, прил. Д] производится выбор конструкции заполнения световых проёмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 45-2.04-43-2006 (02250). Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования. – Мн.: Минстройархитектуры, 2007.
2. Изменение №1 к ТКП 45-2.04-43-2006 (02250). МКС 91.040.

