

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра теплоэнергетики,
газоснабжения и вентиляции

Расчетно-графическая работа

По дисциплине: «Основы теплогазоснабжения и вентиляции»

№ ЗАЧЕТНОЙ КНИЖКИ 07-15-060

Выполнил:

ст.гр.0СЖ01з

Мустафин Л.М.

Принял: доцент.

к.т.н.

Енюшин В.Н.

Казань – 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Исходные данные.....	3
1. Отопление.....	4
1.1. Теплотехнический расчет наружных ограждений.....	4
1.2. Определение теплотерь через ограждающие конструкции здания...7	7
1.3. Выбор и расчет отопительных приборов.....	14
Список использованной литературы.....	16

					<i>КГАСУ ИСТИЭС РГР23</i>			
<i>Из м</i>	<i>Лис т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат а</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Мустафин</i>				<i>Пояснительная записка Отопление и вентиляция жилого дома</i>	<i>Литер</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Пров.</i>	<i>Енюшин</i>						2	25
<i>Т. Контр.</i>						<i>гр.ОСЖ01з</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав. Каф.</i>								

ВВЕДЕНИЕ

Студенты строительных специальностей выполняют теплотехнический расчет, расчет систем отопления и вентиляции жилого трехэтажного дома. Студенты экономических специальностей выполняют соответствующие расчеты одноэтажного жилого дома. Расчетно-графическая и курсовая работы должны быть выполнены в соответствии с предъявляемыми требованиями, Расчетно-пояснительная записка содержит: оглавление, введение, в котором даются краткое описание объекта и краткое описание выполненной работы с обоснованием принятых решений, расчеты в соответствии с разделами, излагаемыми далее, необходимые графические материалы, список использованных источников.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Расчетно-графическая работа выполняется в соответствии с номером зачетной книжки. Район строительства выбирается по предпоследней цифре шифра зачетной книжки в соответствии с приложением 15. План здания и ориентация фасада раздаются преподавателем индивидуально.

Расчетные параметры внутреннего и наружного воздуха

От указанных параметров зависит расчетная тепловая мощность систем отопления. Для заданного географического пункта по [2] и приложению 15 определяют:

1. Температуру наружного воздуха t_{H9} °С, равную средней температуре наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0.92 - для теплотехнического расчета ограждающих конструкций и определения расчетной тепловой мощности системы отопления.

2. Среднюю температуру наружного воздуха за отопительный период t_n , °С - для теплотехнического расчета ограждающих конструкций и определения удельной теплоэнергопотребности здания за год.

3. Температуру внутреннего воздуха t_e , °С, для каждого помещения принимают по приложению 1.

					КГАСУ ИСТИЭС РГР23	Лист т
Из м	Лист т	№ докум.	Подпись	Дата		3

КГАСУ ИСТИЭС РГР23

Лис
т

4

					КГАСУ ИСТИЭС РГР23	Лис т
И з м	Лис т	№ докум.	Подпись	Дат а		4

Слой 2 - кирпич силикатный. Толщина слоя $\delta_2=0,12$ м. Теплопроводность материала $\lambda_2=0,87$ Вт/м·°С.

Слой 3 - утеплитель. Подбирается самостоятельно в соответствии с таблицей 1.

Слой 4 - кирпич глиняный обыкновенный на цементно-шлаковом растворе. Толщина слоя $\delta_4=0,25$ м. Теплопроводность материала $\lambda_4=0,76$ Вт/м·°С.

Слой 5 - наружная штукатурка. Цементно-песчаный раствор. Толщина слоя $\delta_5=0,01$ м. Теплопроводность материала $\lambda_5=0,93$ Вт/м·°С.

Определяют требуемое сопротивление теплопередаче наружной стены исходя из санитарно-гигиенических условий, по формуле:

$$R_0^{mp} = \frac{(t_e - t_n) \cdot n}{\Delta t^h \cdot \alpha_e}, \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \quad (1.1)$$

$$R_0^{mp} = \frac{(20 - (-34))}{4 \cdot 8,7} = 1,55 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$$

Затем определяют требуемое (приведенное) сопротивление теплопередаче, исходя из условий энергосбережения, по таблице 4 [3], приложению 2 в зависимости от величины градусо-суток отопительного периода ГСОП:

$$ГСОП = (t_e - t_{om}) \cdot z_{om}, ^\circ C \cdot сут \quad (1.2)$$

Δt^h – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха t_e и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции – τ_e , °С.

t_{om} , z_{om} – средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут/год, отопительного периода, для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 °С.

α_e – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, Вт/(м²·°С).

t_e – температура внутреннего воздуха, °С.

					КГАСУ ИСТИЭС РГР23	Лист т
Из м	Лист т	№ докум.	Подпись	Дата		6

$$ГСОП = (20 - (-10,6)) \cdot 218 = 6670,8 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$$

$$R_0^{mp} = a \cdot ГСОП - b$$

$$R_0^{mp} = 0,00035 \cdot 6670,8 - 1,4 = 3,73 \frac{\text{M}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Из двух полученных значений требуемого сопротивления для дальнейших расчетов выбирают большее. По этому значению, с учетом коэффициента теплотехнической однородности [4], табл.6а[6], определяют термическое сопротивление слоя утеплителя.

Общее сопротивление теплопередаче ограждения находится по формуле:

$$R_0 = R_{\epsilon} + R_{\kappa} + R_{\eta} = \frac{1}{\alpha_{\epsilon}} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\eta}}$$

R_{κ} – термическое сопротивление однородной части (глади) ограждающей конструкции;

R_{η} – сопротивление теплоотдачи от наружной поверхности ограждающей конструкции к наружному воздуху (при $\tau_{\eta} > t_{\eta}$);

R_{ϵ} – сопротивление теплоотдачи от внутреннего воздуха (при $t_{\epsilon} > \tau_{\epsilon}$) к внутренней поверхности ограждающей конструкции (или сопротивление тепловосприятию).

Коэффициенты теплопроводности материалов λ принимаются по приложению Д [4] с учетом условий эксплуатации ограждения (табл.2 [3]), которые зависят от влажностного режима помещения (табл.1 [3]) и зоны влажности района строительства (приложение В [3]).

$$R_{ym} = \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} = R_0^{mp} - \left(\frac{1}{\alpha_{\epsilon}} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\eta}} \right), \frac{\text{M}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} \quad (1.3)$$

$$R_{ym} = \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} = 3,73 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,12}{0,87} + \frac{0,25}{0,76} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{1}{23} \right) = 3,08 \frac{\text{M}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Значение λ , Вт/(м·°С) утеплителя выбирается по таблице 1.

Выбираем утеплитель из экструзионного пенополистирола Стиродук 2500С ($\lambda = 0,031 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$).

					КГАСУ ИСТИЭС РГР23	Лист т
Из м	Лист т	№ докум.	Подпись	Дата		7

α_n - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стены в зимних условиях, Вт/(м²·°C), (приложение 6).

Определяют необходимую толщину слоя утеплителя:

$$\delta_{ym} = \lambda_{ym} \cdot R_{ym}, \text{ м} \quad (1.4)$$

и принимают ближайшее большее стандартное значение.

$$\delta_{ym} = R_{ym} \cdot \lambda_{ym} = 3,08 \cdot 0,031 = 0,095 \text{ м} \approx 0,1 \text{ м} \quad (1 \text{ плита } 100\text{мм}).$$

Далее находят фактическое термическое сопротивление наружной стены, подставляя в формулу стандартную толщину утеплителя:

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_n}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \quad (1.5)$$

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,12}{0,87} + \frac{0,1}{0,031} + \frac{0,25}{0,76} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,87 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Определяют коэффициент теплопередачи

$$K = \frac{1}{R_0^{\phi}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}} \quad (1.6)$$

$$K = \frac{1}{3,87} = 0,258 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$$

Термические сопротивления бесчердачных перекрытий, чердачных покрытий, перекрытий над неотапливаемыми подвалами, окон, балконных и наружных входных дверей принимаются по табл.4 [3], приложению 2.

1.2 Определение теплопотерь через ограждающие конструкции здания

Потери теплоты через наружные ограждения равны

$$Q_{\text{опр}} = K \cdot F (t_e - t_n) \cdot n (1 + \Sigma \beta), \text{ Вт} \quad (1.7)$$

K – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, Вт/м²·°C;

F – расчетная площадь ограждающей конструкции, м², вычисляемая с соблюдением определённых правил обмера, приведенных на рис. 3, приложения 3 методических указаний;

$\Sigma \beta$ – сумма добавочных потерь теплоты в долях от основных потерь (стр.110[8]);

β_1 – добавка на ориентацию стен, дверей и световых проемов по сторонам света. Величины добавок принимаются в соответствии с рис. 2.

					КГАСУ ИСТИЭС РГР23	Лист
						т
Из	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8
м	т			а		

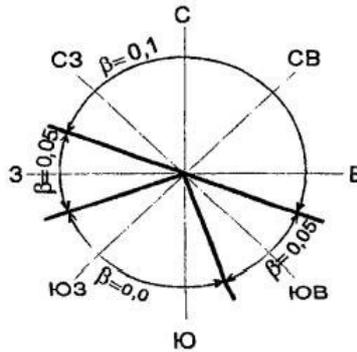


Рис.2. График ориентации ограждающих конструкций по сторонам света

β_2 – добавка на поступление холодного воздуха через наружные двери.

При высоте здания H , м, принимается:

- для тройных дверей с двумя тамбурами $\beta_2=0,2H$;
- для двойных дверей с тамбуром $\beta_2=0,27H$;
- для двойных дверей без тамбура $\beta_2=0,34H$.

Добавка не учитывается, если дверь является летней или запасной.

Температура внутреннего воздуха для угловых помещений (имеющих две наружные стены и более) принимается на два градуса больше нормируемой.

Теплопотери подсчитываются через наружные стены (НС), окна двойные (ДО) или тройные (ТО), перекрытия над неотапливаемым подвалом (ПЛ), потолок (ПТ), балконные и наружные входные двери (БД и НД).

Расчет производят для каждой комнаты в отдельности.

Теплозатраты на нагревание инфильтрующегося воздуха определяют по формуле

$$Q_{инф} = 0,28 \cdot L_{инф} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_в - t_н), Вт \quad (1.8)$$

$L_{инф}$ – расход воздуха, удаляемого естественной вытяжной вентиляцией, принимаемый равным $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 площади жилых помещений и кухни;

ρ – плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$, рассчитываемая по формуле

$$\rho = \frac{353}{273 + t_н};$$

c – теплоемкость воздуха, принимаемая равной $1,005 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$.

					КГАСУ ИСТИЭС РГР23	Лист т
Из м	Лист т	№ докум.	Подпись	Дата		9

При определении тепловой мощности системы отопления учитывают бытовые тепловыделения $Q_{быт}$ (приготовление пищи, электробытовые приборы и т.п.), которые определяются для всех помещений, кроме лестничных клеток, по формуле

$$Q_{инф} = k \cdot F_{пл}, Вт \quad (1.9)$$

k – норма теплоступлений, равная 10÷17 Вт на 1 м² площади пола. Для элитного жилья принимается равной 10.

$F_{пл}$ – площадь пола помещения, м².

Тепловая мощность системы отопления каждого помещения $Q_{полн}$ определяется по потерям теплоты через наружные ограждения, теплотратам на нагревание инфильтрующегося воздуха ^за вычетом бытовых тепловыделений и рассчитывается по формуле

$$Q_{полн} = Q_{пот} + Q_{инф} - Q_{быт}, Вт \quad (1.10)$$

Величина $Q_{полн}$ определяет тепловую нагрузку на отопительные приборы $Q_{пр}$, т.е. $Q_{полн} = Q_{пр}$.

Запись расчета теплотерь помещений следует производить в табличной форме.

Для теплотехнической оценки конструктивно-планировочного решения здания определяют удельные показатели расхода тепла по формулам:

$$q_{уд} = \frac{Q_{полн}}{V_H (t_в - t_н)}, \frac{Вт}{м^3 \cdot ^\circ C} \quad (1.11)$$

$$q_{уд} = \frac{Q_{полн}}{F}, \frac{Вт}{м^2} \quad (1.12)$$

V_H – объем здания по наружному обмеру, м³;

F – площадь отапливаемых помещений, м².

$$V_H = 131,0189 \cdot 3,56 = 680 м^3$$

$$q_{уд} = \frac{17086,8}{680(20+34)} = 0,465 \frac{Вт}{м^3 \cdot ^\circ C}$$

$$F = 157,945 м^2$$

					КГАСУ ИСТИЭС РГР23	Лист т
Из м	Лист т	№ докум.	Подпись	Дата		10

$$q_{уд} = \frac{17086,8}{157,945} = 108,18 \frac{Вт}{м^2}$$

Удельную теплоэнергопотребность здания за год (отопительный период)

$q_{он}$ определяют по формуле:

$$q_{он} = \frac{\left(\frac{Q_{полн} \cdot (t_в - t_{он})}{t_в - t_н} \right)}{\frac{ГСОП}{F}}, \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C \cdot сут} \quad (1.13)$$

$$q_{он} = \frac{\left(\frac{17086,8 \cdot (20 + 10,6)}{20 + 34} \right)}{\frac{6670,8}{157,945}} = 229,25 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C \cdot сут}$$

Чем меньше эта величина, тем более энергоэкономично здание.

					КГАСУ ИСТИЭС РГР23	Лист т
Из м	Лист т	№ докум.	Подпись	Дата		11

					<i>КГАСУ ИСТИЭС РГР23</i>	<i>Лист</i>
						12
<i>Из м</i>	<i>Лист т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

					<i>КГАСУ ИСТИЭС РГР23</i>	<i>Лист</i>
						13
<i>Из м</i>	<i>Лист т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

					<i>КГАСУ ИСТИЭС РГР23</i>	<i>Лист</i>
						14
<i>Из м</i>	<i>Лист т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

					<i>КГАСУ ИСТИЭС РГР23</i>	<i>Лист</i>
						15
<i>Из м</i>	<i>Лист т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1.3 Выбор и расчет отопительных приборов

В жилых зданиях в качестве отопительных приборов рекомендуется применять радиаторы и конвекторы. Отопительные приборы следует располагать у наружных стен, преимущественно под окнами. В зданиях до четырех этажей приборы в лестничных клетках следует устанавливать только на первом этаже у входа и присоединять к самостоятельному стояку. Пример размещения радиаторов показан на рисунке 12 приложения 16.

Поверхность нагрева приборов определяется по формуле

$$F_{np} = \frac{Q_{np}}{q_{np}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \text{ м}^2 \quad (1.14)$$

q_{np} – расчетная плотность теплового потока, Вт/м²;

$$q_{np} = q_{ном} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot c_{np} \cdot b \cdot p = q_{ном} \cdot \left(\frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^m \cdot c_{np} \cdot b \cdot p \quad (1.15)$$

$q_{ном}$ – номинальная плотность теплового потока, Вт/м²;

360 – нормированный массовый расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/ч;

n, m – эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя;

Коэффициенты φ_1, φ_2 и поправочные коэффициенты c_{np}, β_1, β_2 , принимаются по приложению 9 в зависимости от того, какой вид приборов выбран для расчета;

b – безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается влияние атмосферного давления на тепловой поток прибора (приложение 9);

p – безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается специфика зависимости теплового потока и коэффициента

					КГАСУ ИСТИЭС РГР23	Лист т
Из м	Лист т	№ докум.	Подпись	Дата		16

теплопередачи прибора от количества секций (площади) при движении теплоносителя по различным схемам (приложение 9);

Δt_{cp} – средний температурный перепад между средней температурой теплоносителя в приборе и температурой окружающего воздуха t_{ϵ} , °С:

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_{\epsilon x} + t_{\epsilon \text{ вых}}}{2} - t_{\epsilon} = t_{\epsilon x} - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_{\epsilon} \quad (1.6)$$

$t_{\epsilon x}, t_{\epsilon \text{ вых}}$ – температура воды, соответственно, входящей в прибор и выходящей из прибора, °С;

Δt_{np} – перепад температур теплоносителя между входом и выходом отопительного прибора, °С;

t_{ϵ} – расчетная температура помещения, принимаемая в соответствии с приложением 1;

G_{np} – расход воды в приборе, кг/ч:

$$G_{np} = \frac{3,6 \cdot Q_{np}}{c \cdot (t_2 - t_o)} \quad (1.7)$$

t_2, t_o – температура воды в системе отопления, соответственно, горячей и охлажденной, °С;

c – теплоемкость воды, принимаемая равной 4,187 кДж/(кг·°С).

Далее находят число секций выбранного радиатора:

$$N = \frac{F_{np} \cdot \beta_3}{f_c} \quad (1.8)$$

β_3 – поправочный коэффициент, учитывающий число секций в одном приборе (приложение 9);

f_c – поверхность нагрева одной секции (для секционных радиаторов).

Полученное по формуле (1.18) дробное значение N округляют в большую сторону. Тепловой поток от отопительного прибора нельзя принимать меньшим, чем на 5%, или на 60 Вт от требуемого по расчету. Результаты расчетов заносят в табл.3.

Таблица 3

Таблица для расчёта отопительных приборов

					КГАСУ ИСТИЭС РГР23	Лист т
Из м	Лист т	№ докум.	Подпись	Дата		17

№ пом.	Q_{np} , Вт	G_{np} , кг/ч	Δt_{cp} , °C	q_{np} , Вт/м ²	F_{np} , м ²	β_3	f_c	N , шт	Число приборов
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2072,9	71,29	60,5	310,91	7,276	0,99	0,48	16	2
2	2789,6	95,94	60,5	314,62	9,677	0,99	0,48	20	3
5	317,97	10,9	62,5	300,86	1,099	1,05	0,48	3	1
6	996,4	34,27	60,5	301,93	3,602	0,99	0,48	8	1
7	1592,8	54,78	62,5	320,94	5,416	0,98	0,48	11	1
8	1958	67,34	60,5	310,2	6,889	0,97	0,48	14	1

					КГАСУ ИСТИЭС РГР23	Лист
						18
Из м	Лист т	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.Н. Богословский. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха) – 3-е изд. СПб.: Издательство «АВОК Северо-Запад», 2006. – 400 с., ил.
2. В.Н. Богословский. Тепловой режим здания. М.: Стройиздат, 1979. – 248 с., ил.
3. В.М. Ильинский. Строительная теплофизика (ограждающие конструкции и микроклимат зданий): Уч. пособие для инж.-строит. вузов. М.: Высш. школа, 1974. – 320 с., ил.
4. Р.А. Садыков. Процессы переноса при кратковременном контакте фаз. Казань: Казан.гос.энерг.ун-т, 2004. – 176 с., ил.
5. Р.А. Садыков. Тепломассоперенос в процессах вакуумной сушки и аппаратурное оформление технологии сушки лабильных биопрепаратов: диссертация д.техн.наук. Казань: 1990, 517 с.
6. Ф.В. Ушков. Теплопередача ограждающих конструкций при фильтрации воздуха. М.: Стройиздат, 1969. – 144 с., ил.
7. К.Ф. Фокин. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М.: изд. АВОК-ПРЕСС, 2006. – 251 с.
8. ГОСТ 26253-2014 Здания и сооружения. Метод определения теплоустойчивости ограждающих конструкций.
9. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
10. ГОСТ 31167-2009 Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях.
11. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
12. СП 131.13330.2020 Строительная климатология.

					КГАСУ ИСТИЭС РГР23	Лист т
Из м	Лист т	№ докум.	Подпись	Дата		19