

Семинар

Повышение энергоэффективности здания с целью реконструкции системы отопления

Объектом расчетов является четырехсекционное здание серии 1-335, построенное в 1965 году. Внешний вид здания и его размеры приведены на рисунках 1-3.



Рис.1. Фотография здания

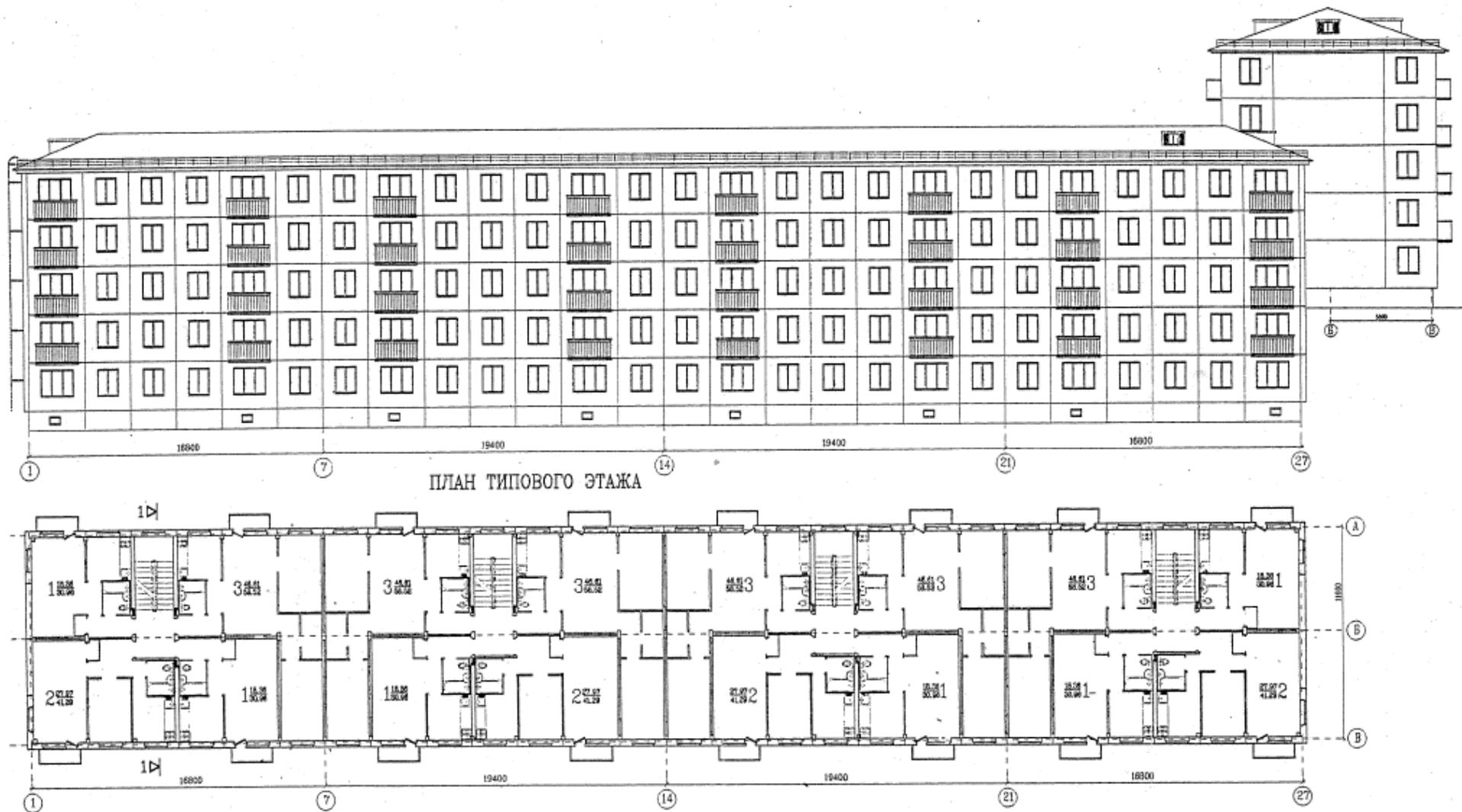


Рис.2 План и фасад здания.

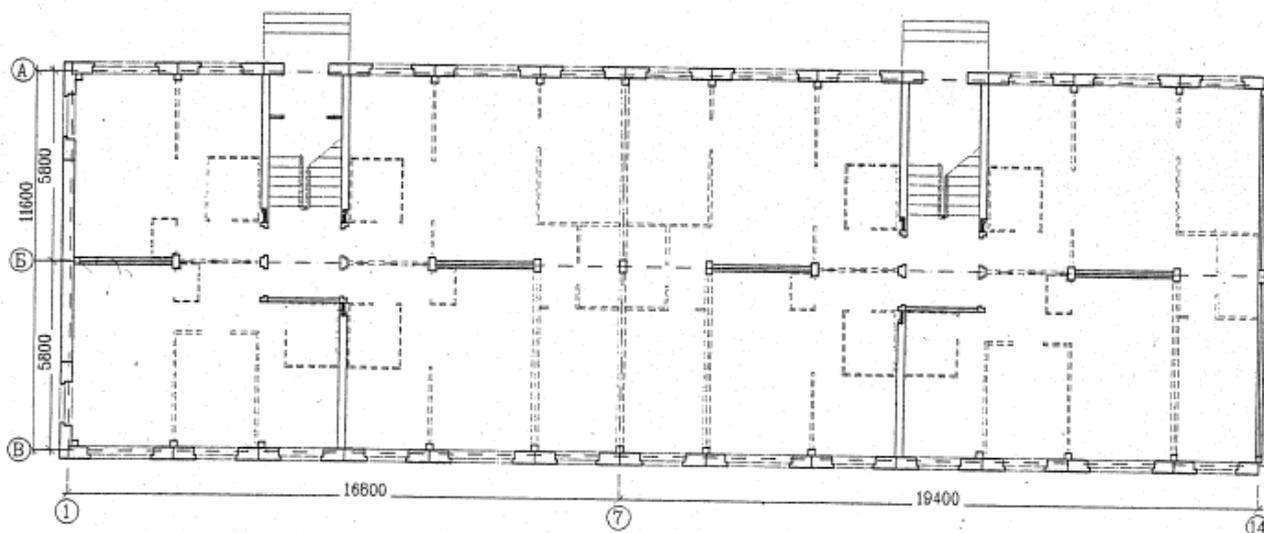


Рис. 3. План с хорошо читаемыми размерами

Краткое описание

Панельные пятиэтажные дома одной из первых общесоюзных серий – 1-335 строились в Ленинграде, Москве, Череповце, Новосибирске, Красноярске и многих других городах страны.

Пятиэтажные панельные дома типовой серии 1-335 узнаваемы по большим, во всю высоту панели, окнам из четырех горизонтальных створок на лестнице, торцам из четырех панелей с двумя рядами окон.

Себестоимость строительства 1 кв.м жилой площади для каркасно-панельных домов серии 1-335 составляла 95 руб. в ценах 1961 г. – самая низкая цифра среди за всю историю индустриального домостроения в СССР.

Жилые дома полукаркасного типа серии 1-335 практически повсеместно находятся нынче в предаварийном состоянии с почти исчерпанной надежностью конструктивной схемы. По оценкам ряда экспертов, 1-335 – самая неудачная из всех общесоюзных хрущевских серий.

Подробные характеристики

Количество секций (подъездов)	от 3 (в данном расчете принять 4)
Количество этажей	5, реже – 3, 4 . Первый этаж жилой (в данном расчете принять 5)
Высота потолков	2.54
Лифты	нет
Балконы	во всех квартирах, начиная с 2-го этажа
Количество квартир на этаже	4
Годы строительства	1958-1966

Санузлы	совмещенные во всех квартирах
Лестницы	без общего противопожарного балкона
Мусоропровод	нет
Вентиляция	естественная вытяжная, блоки в сантехкабинах (санузлах)
Стены и облицовка	<p>Наружные стены – двухслойные железобетонные толщиной 30 см или однослойные керамзитобетонные толщиной 40 см. Перекрытия: сплошные железобетонные плиты толщиной 10 см. Перегородки межкомнатные из гипсобетонных панелей толщиной 8 см, а межквартирные – из тех же панелей в 2 слоя с воздушным зазором между ними, равным 4 см.</p> <p>Принять для расчета стены из керамзитобетона плотностью 1000 кг/м³.</p> <p>Несущие стены - колонны и наружные стены (неполный каркас)</p> <p>Облицовка плитка: бело-голубой, светло-серый, необлицованные: серый, белый, желтый, бежевый .</p>
Тип кровли	четырёхскатная
Достоинства	наличие балконов, кладовок
Недостатки	крайне низкая теплоизоляция внешних стен, тонкие межкомнатные перегородки, совмещенные санузлы даже в трехкомнатных квартирах
Производитель	Вологодский ДСК, Петрозаводский ДСК, Тульский ЗКД
Проектировщики	Проектный институт Горстройпроект (Ленинградское отделение)

Планируется реконструкция системы отопления данного жилого здания, которая связана с тем, что наружные стены будут утеплены, а окна и двери заменены до нормативных значений, принятых в настоящее время, за счет чего снизится потребность в тепле. Требуется определить, на сколько Вт можно будет уменьшить расчетную мощность системы отопления здания. Ориентация фасада север.

Город взять тот, который был на первом семинаре

Порядок расчета:

1. Определить теплопотери через существующие стены.

В отапливаемых зданиях при наличии разности значений температуры между внутренним и наружным воздухом постоянно происходят потери тепла через ограждающие конструкции: наружные стены (НС), полы, окна, наружные двери, чердачное перекрытие. Системы отопления должны восполнять эти потери, поддерживая в помещениях внутреннюю температуру, установленную санитарными нормами.

Расчет основных теплопотерь через наружные ограждения проводят по формуле

$$Q_{\text{осн}} = k \cdot A \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot n, \quad (1)$$

где k – коэффициент теплопередачи ограждения (см. формулу (2)); A – площадь ограждения, м^2 , n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху (для стен равен 1); $t_{\text{н}}$ – расчетная зимняя температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [1], $t_{\text{в}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха здания, $^{\circ}\text{C}$, принимаемая по минимальным значениям оптимальной температуры (принять 21 для городов с температурой пятидневки равной и ниже 31°C , для остальных 20°C [3]).

Коэффициент теплопередачи любого ограждения k , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ находят по формуле

$$k = 1/R_0, \quad (2)$$

где R_0 – сопротивление теплопередаче.

Сопротивление теплопередаче R_0 , $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, ограждающей конструкции определяют по формуле

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_{\text{к}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \quad (3)$$

где $R_{\text{к}}$ – термическое сопротивление ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$; $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$, принимаемый по табл. 2.

Термическое сопротивление $R_{\text{к}}$, $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ однослойной ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_{\text{к}} = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (4)$$

где δ – толщина слоя, м ; λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$, принимаемый по приложению Т [2] в зависимости от условий эксплуатации ограждающих конструкций.

Выбор условий эксплуатации ограждений (табл. 1) производят в зависимости от климатической зоны района строительства (прил. В [2]) и влажностного режима помещений.

Таблица 1

Условия эксплуатации ограждающих конструкций

Влажностный режим помещений при температуре от 12 до 24 $^{\circ}\text{C}$	Условия эксплуатации А и Б в климатических зонах		
	сухой	нормальной	влажной
Сухой ($\varphi \leq 50\%$)	А	А	Б
Нормальный ($\varphi = 50 \dots 60\%$)	А	Б	Б
Влажный и мокрый ($\varphi \geq 60\%$)	Б	Б	Б

Для комфортного пребывания людей оптимальна относительная влажность внутреннего воздуха $\varphi = 30 \dots 45\%$, но в теплотехнических расчетах для помещений жилых

зданий ее следует принимать максимально возможной – 55 %. Это необходимо для исключения выпадения конденсата на наружных ограждениях.

Записи расчета теплопотерь через стены здания оформляются в виде таблицы (табл. 2).

При расчете площади стены нужно вычесть из нее площади окон и дверей (размер окна принять 1,35x1,35 м², а размер окна с балконной дверью 2,0x1,35 м²).

Ориентация ограждений определяется в соответствии с заданной ориентацией фасада здания. Пользуются следующими условными обозначениями: Ю-В – юго-восток, С-З – северо-запад, Ю – юг и т.д.

Определение размеров наружных ограждений производится, как это показано на рис. 4. Все линейные размеры ограждений принимают с точностью до 0,1 м.

Размер окон и дверей посчитать отдельно, перед таблицей.

Входные двери 2,1x2 м.

Основные теплопотери рассчитывают по формуле (1).

Долю добавочных теплопотерь η для всех вертикальных ограждений учитывают в размере: для северной, северо-восточной, северо-западной и восточной ориентации $\eta=0,1$; юго-восточной и западной $\eta = 0,05$; южной и юго-западной $\eta = 0$.

Суммарные теплопотери ограждений $Q_{огр}$, Вт, определяют по формуле

$$Q_{огр} = Q_{очн}(1 + \eta). \quad (5)$$

Таблица 2

Тепловые потери через стены (пример для двух стен при температуре пятидневки -30°C)

Характеристика ограждений					Основ- ные тепло- потери $Q_{\text{осн}}$, Вт	Добав- ка на ориен- тацию η	Суммар- ные теплопо- тери $Q_{\text{огр}}$, Вт
Наименование	Ориентация	Размер $b \times h$, м \times м	Площадь A , м ²	Коэффици- ент теплопере- дачи k , Вт/(м ² ·°C)			
НС	С	80,2 \times 15,6	1251,1- 84,2=1166,9	1,00	58345	0,1	64180
НС	Ю	15,0 \times 15,6	234- 40,2=193,7	1,00	9685	0	9685
						Всего	

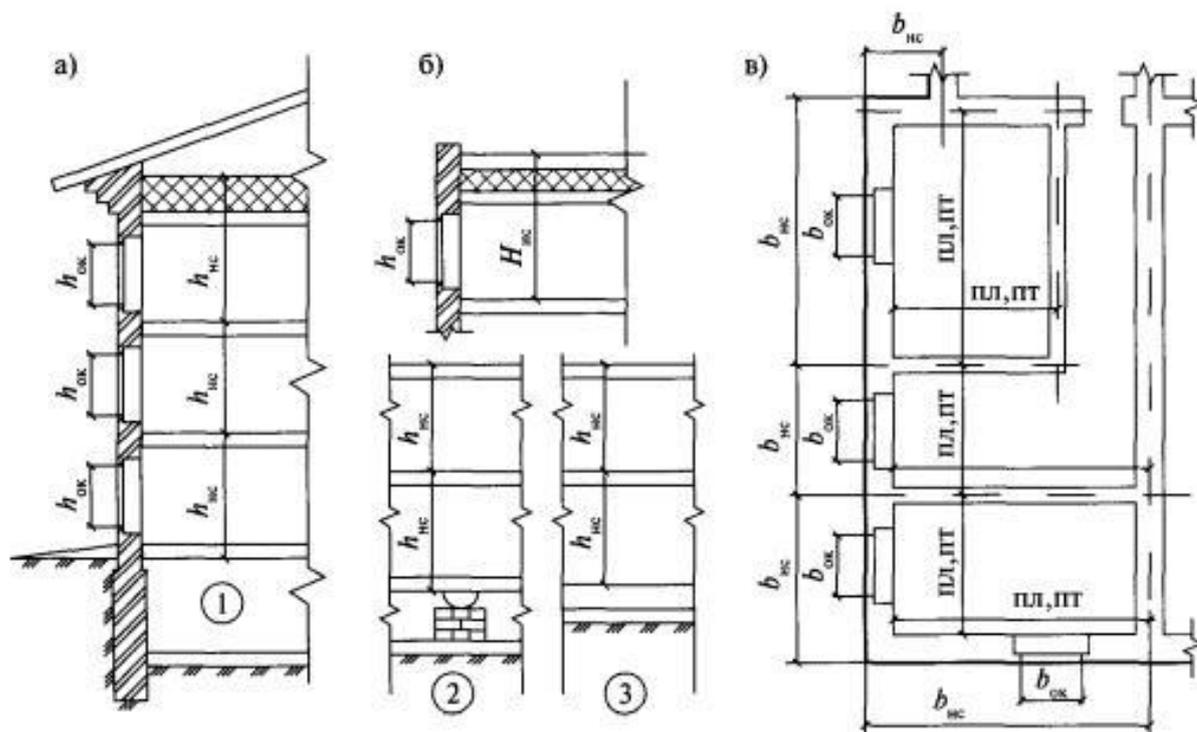


Рис. 4. Правила обмера площадей ограждающих конструкций:

- а – разрез здания с чердачным перекрытием;
- б – разрез здания с совмещенным покрытием; в – план здания;
- 1 – пол над подвалом; 2 – пол на лагах; 3 – пол на грунте

Теплопотери через ограждения суммируют.

2. Определить теплотери через утепленные стены.

Определяют значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, в данном случае только стен.

Таблица 2

Теплотехнические характеристики				
Ограждение	Коэффициент n	Нормативный температурный перепад для жилых зданий $\Delta t^H, ^\circ\text{C}$	Коэффициент теплоотдачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	
			на внутренней поверхности ограждения $\alpha_{\text{в}}$	на наружной поверхности ограждения $\alpha_{\text{н}}$
Наружная стена, окно, входная дверь	1	4	8,7	23

С 1 января 2000 года для всех вновь строящихся зданий были введены и действуют по настоящее время нормативы, определяющие требуемое сопротивление теплопередаче из условий энергосбережения в зависимости от величины расчётного значения градусо-суток отопительного периода (ГСОП), $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}})z_{\text{от}}, \quad (6)$$

где $t_{\text{от}}$, $z_{\text{от}}$ – соответственно средняя температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$, и продолжительность, сут/год, отопительного периода, принимаемые по СП 131.13330.2018 для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8°C [1].

Значения R_0^{TP} по условиям энергосбережения следует определять по формуле

$$R_0^{\text{TP}} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (7)$$

где коэффициенты a , b следует принимать для наружных стен: $a = 0,00035$, $b = 1,4$.

После того, как вы определите требуемое сопротивление теплопередаче, выберите тип и толщину теплоизоляции.

Выбор тепловой изоляции для утепления здания.

При расчете стены неизвестной величиной является толщина тепловой изоляции.

Рассчитывается термическое сопротивление теплоизоляционного слоя $R_{\text{изол}}$ по формуле

$$R_{\text{изол}} = R_0^{\text{TP}} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_{\text{к}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right), \quad (7)$$

Толщина теплоизоляционного слоя определяется по формуле

$$\delta_{\text{изол}} = R_{\text{изол}} \cdot \lambda_{\text{изол}}, \quad (8)$$

где $\lambda_{\text{изол}}$ – коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$.

Полученное значение округляют до стандартного значения.

Материал тепловой изоляции выбрать самостоятельно, выбор обосновать (пояснить, почему именно этот материал).

С какой стороны здания нужно утеплять стены? Снаружи или изнутри?

Составьте таблицу теплопотерь для утепленных стен. Сравните суммарные теплопотери из таблиц для утепленных ограждений и исходных, на сколько процентов они уменьшились?

Литература

1. СП 131.13330.2020. Строительная климатология.
2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. – М.: Минрегион России
3. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. М.: Стандартиформ