

ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НАРУЖНЫХ СТЕН ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

М. К. Турдалиева

Ташкентский международный университет кимё, (PhD), и.о. доцент

М. М. Одилов

Ташкентский международный университет кимё, магистрант

АННОТАЦИЯ

В данной статье исследуются теплотехнические характеристики ограждающих конструкций существующего крупнопанельного здания, построенного по старым нормам, и предлагается рекомендации по повышению их энергоэффективности, путем утепления наружных стен и заменой заполнения оконных проемов современными энергоэффективными конструкциями.

Ключевые слова: термическое сопротивление, общее приведенное сопротивление, энергоэффективность, коэффициент теплопроводности, градусосутки отопительного периода, теплотехнические качества, энергопотребление, удельный расход энергии.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в нашей стране около половины всего энергопотребления приходится на жилищно-гражданские здания, поскольку большинство этих зданий построено по строительным нормам советского периода и соответственно имеют низкие теплозащитные свойства. По данным [4,5] более 70 % всех тепловых потерь эксплуатируемых зданий, построенных по советским нормам проектирования, приходится на утечки тепла через наружные ограждения. При этом основной запас энергосбережения заложен в зданиях, построенных без учета требований по энергоэффективности зданий. Это обусловлено тем, что до настоящего времени в практике строительства уделяется основное внимание минимизации единовременных затрат, а эксплуатационные затраты, связанные с отоплением и кондиционированием зданий, практически не учитывались из-за сравнительно низкой стоимости топливно-энергетических ресурсов.

МЕТОДОЛОГИЯ

В связи с повышением стоимости энергоносителей, расходы этих зданий на отопление (зимой) и на кондиционирование воздуха (летом) значительно увеличились и эксплуатируемые жилые здания перестали отвечать современным требованиям энергосбережения.

Поэтому, в настоящее время, резко возросла потребность в повышении энергоэффективности ограждающих конструкций этих зданий с целью улучшения их теплотехнических показателей и снижения эксплуатационных расходов. Мероприятия проводимые с целью повышения энергоэффективности существующих зданий позволяют уменьшить расход энергии на эти здания и сертифицировать их по категории энергоэффективности. Сертификация энергоэффективности и классификации (категорий) зданий по энергопотреблению создают основу для оценки и сравнению затрат энергии и энергоэффективности различных зданий.

В настоящей работе исследуются теплотехнические характеристики ограждающих конструкций существующего здания, построенного по старым нормам, и предлагается рекомендации по повышению их энергоэффективности путем утепления наружных стен и заменой заполнения оконных проемов современными энергоэффективными конструкциями.

Объектом исследования является пятиэтажный жилой дом, расположенный в г. Ташкент. Конструктивная схема здания представляет собой крупнопанельное здание с стеновыми панелями из тяжелого бетона со средней плотностью 2500 кг/м^3 толщиной 300 мм. (рис. 1).

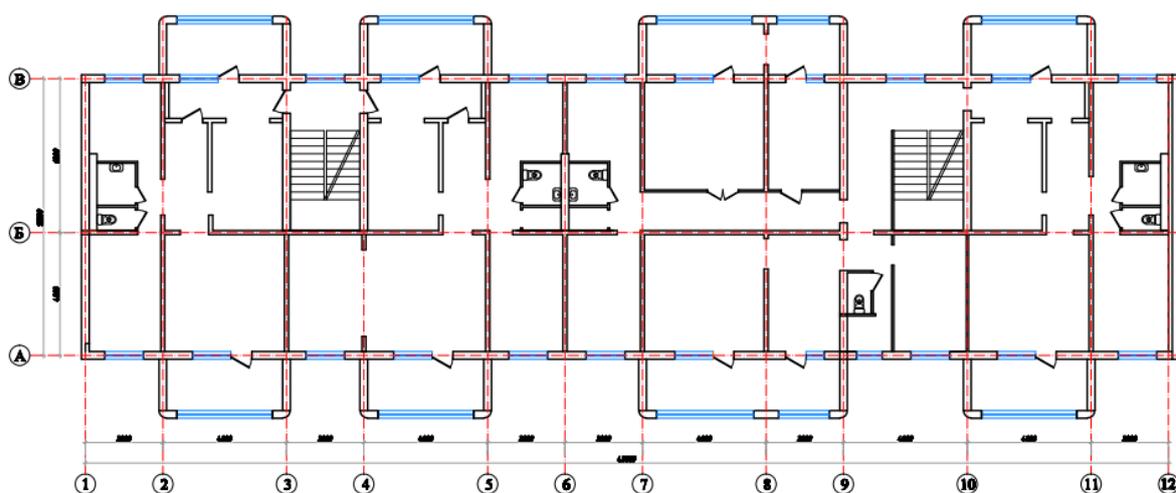


Рис 1. План типового этажа исследуемого здания

В качестве наружных стен ограждения в пятиэтажном крупнопанельном здании приняты однослойные панели из

тяжелого бетона. Панель представляет собой плоскую однослойную конструкцию, выполненную из тяжелого бетона, армированную пространственным каркасом. Панели имеют наружный и внутренний отделочные слои, толщиной соответственно 20 мм. Отделочные слои запроектированы из цементно-песчаного раствора со средней плотностью 1800 кг/м³.

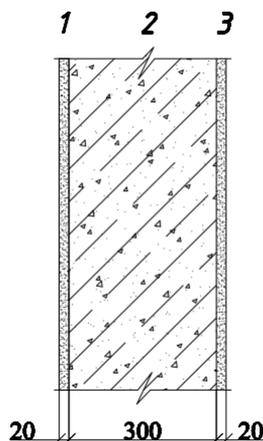


Рис. 1. Схема однослойной стеновой панели

Определяем приведенное сопротивление рассматриваемой стены и оценим ее по требованиям действующих норм.

Определяем термическое сопротивление стенового ограждения:

$$R_k = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0.02}{0.76} + \frac{0.3}{1.92} + \frac{0.02}{0.76} = 0,208 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{оС})$$

где δ_i - толщина слоев конструкции, м;

λ_i - расчётные коэффициенты теплопроводности материалов, Вт/(м*°С)

приведены в табл. 1

Общее приведенное сопротивление теплопередача наружных стен составляет:

$$R_{об} = \frac{1}{\alpha_B} + R_k + \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{8,7} + 0,208 + \frac{1}{23} = 0,366 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{оС})$$

где

$R_B = \frac{1}{\alpha_B}$ - сопротивление теплообмену внутренней поверхности,

Вт/(м²*°С);

$R_H = \frac{1}{\alpha_H}$ - сопротивление теплообмену наружной поверхности, Вт/(м²*°С);

Таблица 1

Материал слоя	Толщина слоя	Теплопроводность материала слоя, λ , Вт/(м ⁰ С)
Внутренняя штукатурка	10	0,76
Сборный железобетон	300	1,92
Наружная штукатурка	10	0,76

Для определения требуемого общего приведенного сопротивления теплопередаче R_o^{TP} рассматриваемой стены вычислим величину ГСОП для г. Ташкент:

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{cp}) * z_{от} = (22 - 2.7) * 129 = 2490 \text{ } ^\circ\text{C сут}$$

где t_b - расчетная внутренняя температура по назначению здания, $^\circ\text{C}$ [3];

t_{cp} - средняя температура за отопительный период, $^\circ\text{C}$ [1];

$z_{от}$ - отопительный период, в сутках [1];

В соответствии с требованиями действующих норм [2] определяем соответствующий уровень тепловой защиты исследуемой конструкции,

Сопротивление теплопередаче заполнения оконного проема для двойных спаренных деревянных переплетов $R_{ок}^o = 0,39 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/ \text{Вт}$. Площадь окна составляет $F_{ок} = 1,5 \times 1,8 = 35,1 \text{ м}^2$, $F_{ок} = 3,7 \times 1,8 = 53,3 \text{ м}^2$, $F_{ок} = 1,97 \times 1,8 = 7,09 \text{ м}^2$. Площадь стеновых ограждений $F_{ст} = (2115 - 35,1 - 3,7 - 53,3 - 7,09) = 2016 \text{ м}^2$. Значение приведенного общего сопротивления теплопередаче участка стены определялось по формуле:

$$R_o = \frac{R_o^{стен} * F_{стен} + R_o^{окон} * F_{окна}}{F_{стен} + F_{окна}} = \frac{0,366 * 2016 + 0,39 * 95,49}{2016 + 95,49} = 0,37 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/ \text{Вт}$$

Расчетный тепловой поток за отопительный период равен:

$$q_T^p = \frac{t_b - t_n}{R_o} = \frac{22 - (-16)}{0,37} = 102,7 \text{ Вт}/\text{м}^2$$

Величину требуемого теплового потока q_T^{TP} определяем по значению требуемого сопротивления теплопередаче наружного ограждения:

$$q_T^{TP} = \frac{t_b - t_n}{R_o^{TP}} = \frac{22 - (-16)}{1,5} = 25,3 \text{ Вт}/\text{м}^2$$

Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания q_T^p от требуемого q_T^{TP} , % составляет:

$$\frac{q_T^p - q_T^{TP}}{q_T^p} = \frac{102,7 - 25,3}{102,7} = 0.75 = 75\%$$

Таблица 2

Классификация зданий по энергоэффективности [6]

Категория здания по энергопотреблению		Отклонение удельного условного расхода энергии от нормативного δ , %
A	С низким энергопотреблением	более -40
B		от -40 до -26
C		от -25 до -11
D	С нормативным энергопотреблением	от -10 до +4
E	Существующие здания высоким энергопотреблением	от +5 до +14
F		от +15 до +25
G		более +25

В соответствии с таблицей 2 по энергетической эффективности, рассматриваемые наружные стены соответствует категории G (с высоким неэффективным энергопотреблением).

С целью повышения класса энергетической эффективности наружных ограждений увеличим общее сопротивление теплопередаче наружной стены и заполнения оконных проемов до значений, рекомендуемых нормами [1,2].

Для повышения сопротивления теплопередаче рассматриваемой ограждающей конструкции произведем следующие изменения:

- заполнение оконного проема примем в виде двухкамерного стеклопакета в одинарном переплете, с приведенным сопротивлением теплопередачи окна $R_{ок} = 0,70 \text{ м}^2 \text{ °C/Вт}$.

- стены утепляем слоями из минераловатных плит со средней плотностью $\gamma_0 = 125 \text{ кг/м}^3$, с теплопроводностью $\lambda_{ут} = 0,064 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{C)}$. Требуемая толщина утеплителя из минераловатных плит при этом составит:

$$\delta_{ут}^{тр} = 0,064 \left[2,0 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,208 + \frac{1}{23} \right) \right] = 0,10 \text{ м.}$$

Принимаем толщину теплоизоляционного слоя 100 мм.

Определяем категорию энергетической эффективности рекомендуемого ограждения. Вычислим сопротивление наружной стены с учетом предлагаемого утепления:

$$R_{об} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,3}{1,92} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,1}{0,064} + \frac{1}{23} = 1,9 \text{ м}^2 \text{ °C/ Вт.}$$

Приведенное расчетное сопротивление теплопередаче наружных ограждений составляет:

$$R_0 = \frac{R_0^{\text{стен}} \cdot F_{\text{стен}} + R_0^{\text{окон}} \cdot F_{\text{окна}}}{F_{\text{стен}} + F_{\text{окна}}} = \frac{1,9 \cdot 2016 + 0,70 \cdot 95,49}{2016 + 95,49} = 1,8 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}.$$

Расчетное значение теплового потока будет следующим образом:

$$q_T^p = \frac{t_B - t_H}{R_0} = \frac{22 - (-14)}{1,8} = 20 \text{ Вт/м}^2.$$

Отклонение расчетного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания q_T^p от требуемого значения $q_T^{\text{тп}}$, % составляет:

$$\frac{q_T^p - q_T^{\text{тп}}}{q_T^p} = \frac{20,0 - 25,3}{20,0} = -0,265 = -26\%$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по результатам расчета для утепляемого наружного ограждения, отклонение значения расчетного удельного расхода тепловой энергии q_T^p от требуемого расхода тепловой энергии $q_T^{\text{тп}}$ составляет -26 %.

Значит, исследуемый жилой дом, после рекомендуемой теплоизоляции наружных стеновых конструкций фасада, по энергопотреблению будет соответствовать категории В (зданиям низким эффективным энергопотреблением), что позволит уменьшить расходы энергии и значительно повысить его энергоэффективность.

REFERENCES

1. ШНК 2.01.01-2022 Климатические и физико-геологические данные для проектирования. - Ташкент: Министерство строительства РУз, 2022. – 44 с.
2. КМК 2.01.04-2018 Строительная теплотехника. - Ташкент: Министерство строительства РУз, 2018 – 105 с.
3. ГОСТ 30494 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. Москва. 2013-15с.
4. Энергоэффективность в зданиях: скрытый ресурс устойчивого развития Узбекистана. Резюме//ПРООН/ГЭФ/Министерство экономики и Госархитектстрой Республики Узбекистан, Ташкент, 2014. -31 с.
5. Энергетический паспорт здания. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К., 2006. – 69с.
6. Ходжаев С.А. Повышение энергоэффективности жилищно-гражданских зданий. / Ходжаев С.А. //Т.: «Fan technology», 2017, 404 с.

7. Ермаков, Н. О. Обеспечение энергоэффективности при реконструкции жилых домов / Н. О. Ермаков, М. В. Новиков // Научный журнал. Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. — Воронеж, 2017. — № 2 (7). — С. 46–50.
- Круссер, А. И. Пути повышения энергетической эффективности зданий и сооружений / А. И. Круссер, В. И. Милованова, М. В. Новиков // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. — Воронеж, 2016. — № 1 (22). — С. 220–223.
8. Новиков, М. В. Оценка энергоэффективности кладки наружных стен из крупноформатных теплоэффективных блоков / М. В. Новиков, А. А. Зарубина // Академическая наука — проблемы и достижения: матер. XIV Междунар. науч.-практ. конф. Том 3. — North Charleston, USA: CreateSpace, 2017. — С. 65–73.