

СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ СЭНВИЧ ПАНЕЛЕЙ ПОКРЫТИЯ

М.М. Махмудов, к.т.н., доцент, А.М. Махмудов
магистрант (СамГАСИ)

АННОТАЦИЯ

В статье экспериментально изучено в климатической камере сопротивление теплопередаче сэндвич панелей с обшивкой из стальных листов и теплоизоляцией толщиной 100 мм из базальтовых волокон и обоснована возможность их применения в качестве конструкции чердачного перекрытия в малоэтажных жилых зданиях.

Ключевые слова: *Трехслойные панели, Теплопередаче Сэндвич, бетонные столбы, конструкция.*

ABSTRACT

The article experimentally studied the heat transfer resistance of sandwich panels with steel sheet sheathing and 100 mm thick basalt fiber thermal insulation in a climatic chamber and substantiated the possibility of their use as an attic floor structure in low-rise residential buildings.

Keywords: *Three-layer panels, Sandwich heat transfer, concrete pillars, structure.*

АННОТАЦИЯ

Мақолада иссиқлик изоляция қатлами қалинлиги 100 мм базальт толаларидан бажарилган пўлат қопламали сэндвич панель фрагментининг иссиқликни узатишга қаришилиги иқлим камерасида тажрибада ўрганилган ва кам қаватли турар-жой биноларида чордоқ ёпмаси сифатида уни қўллаш мумкинлиги асослаб берилган.

Калим сўзлар: *Uch qatlamli panellar, Sandvich issiqlik uzatish, beton ustunlar, struktura.*

ВВЕДЕНИЕ

Целью настоящего исследования является изучение возможности использования сэндвич панелей покрытия, которые применяются в покрытиях промышленных зданий, в чердачных перекрытиях малоэтажных жилых зданий усадебного типа, путем изучения их теплозащитных качеств. Объектом для изучения теплозащитных качеств выбрали сэндвич панели с металлической

обшивкой и плитным утеплителем толщиной 100 мм из базальтового волокна, которые выпускаются в Самарканде ООО «TURON BUILDING MANUFACTURE».

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Известно, что трехслойные панели типа «сэндвич» изготавливают из двух облицовочных металлических листов и утеплителя из минеральной ваты, каменной ваты, пенополиуретана, вспученного между ними в процессе изготовления, что обеспечивает её сцепление с обшивками без дополнительных средств. В качестве облицовочных слоев используют оцинкованные стальные листы толщиной 0,5...0,8 мм, из которых изготавливают листы различного профиля [1].

В принятой для исследований сэндвич панели, выпущенной в ООО «TURON BUILDING MANUFACTURE», обшивка с двух сторон выполнена из профилированной листовой стали толщиной 0,5 мм. Рабочая ширина панели 1000 мм. Толщина 100 мм. Средний слой исследуемой панели покрытия выполнен из полужестких теплоизоляционных плит плотностью $\gamma_0=100$ кг/м³, получаемых из базальтового волокна, по общеизвестной технологии получения минеральной ваты.

В процессе эксплуатации как старых, так и новых зданий жилого и общественного назначения расходуется много энергии для отопления и горячего водоснабжения. Расход топлива на теплоснабжение зданий составляет более 49% всего добываемого топлива, это в нефтяном эквиваленте равно 24,1 млн тоннам [2]. При этом, можно отметить, что наблюдается стабильная тенденция увеличения удельной теплопотребности. Это, по-видимому, связано с повышением степени благоустройства и комфорта в строящихся зданиях, большими по сравнению с нормативными теплопотерями из зданий, отсутствием ручного или автоматического регулирования систем отопления и т.д.

Трехслойные панели типа «сэндвич» в качестве наружной стеновой конструкции применяются давно. В этом деле накоплен огромный опыт. В последнее время трехслойные панели типа «сэндвич» постепенно находят применение и в конструкциях покрытий промышленных и других зданий, особенно в зданиях с каркасом из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) [3].

Теплозащитные качества наружных ограждающих конструкций отапливаемых зданий во многих странах мира, в том числе и в Узбекистане,

принято оценивать с помощью значения сопротивления теплопередаче R_o . Этот показатель конструкции означает какая должна быть разность между температурами воздуха на противоположных сторонах ограждающей конструкции, чтобы единица количества тепла проходила через 1 м² конструкцию в единицу времени.

При проектировании наружных ограждающих конструкций, в том числе конструкций чердачных перекрытий и совмещенных покрытий зданий необходимо знать минимальные значения сопротивления теплопередаче R_o , при которых конструкцию можно считать удовлетворительной в теплотехническом отношении. Эти значения называются нормативными. Нормативные значения R_o зависят от назначения помещения, его внутреннего температурного режима, климатических условий места строительства и разновидности конструкции.

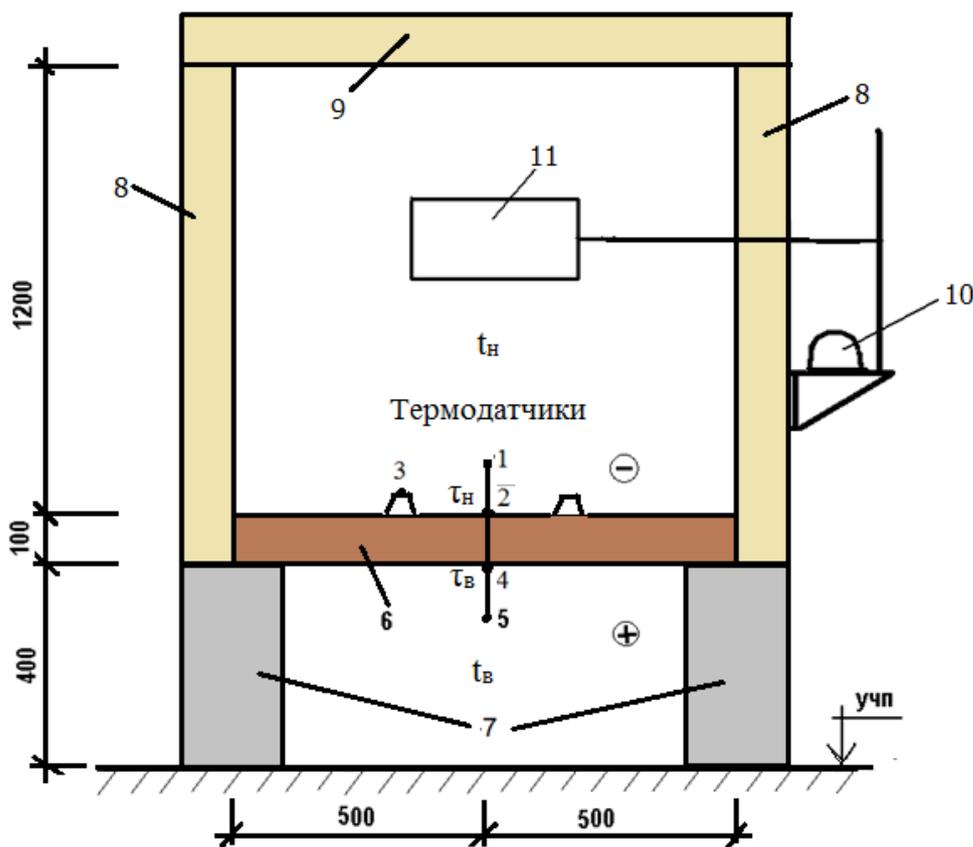
Нормирование сопротивления теплопередаче R_o наружных ограждающих конструкций зданий построено на принципах ограничения количества тепла, теряемого конструкцией в отопительный период года и поддержания на ее внутренней поверхности температуры, при которой в ней не образовывался бы конденсат.

В соответствии с требованиями РСТ Уз 809-97 [4] сопротивление теплопередаче R_o следует определить для участков ограждающих конструкций, имеющих равномерную температуру поверхностей. Выпускаемые в Самарканде ООО «TURON BUILDING MANUFACTURE» трехслойные панели типа «сэндвич» можно отнести к таким конструкциям.

Сопротивление теплопередаче в лабораторных условиях определяют на образцах, которыми являются элементы ограждающих конструкций заводского изготовления или их фрагменты. Кроме того, длина и ширина испытуемого фрагмента ограждающей конструкции должны не менее чем в четыре раза превышать его толщину и быть не менее 1500x1000 мм. С учетом этих требований стандарта в качестве образца для теплотехнических испытаний приняли фрагмент панели типа «сэндвич» заводского изготовления с номинальным размером 1,0x1,5 м, толщиной 100 мм.

Определение сопротивления теплопередаче фрагмента конструкции чердачного перекрытия из сэндвич панелей с стальными обшивками было выполнено на испытательной установке, представляющей собой «климатическую камеру», созданной на кафедре «Проектирование зданий и сооружений» СамГАСИ. Принципиальная схема установки с образцом панели

покрытия и схема размещения термодатчиков в этой конструкции показаны на рис.1.



Этот

метод определения сопротивления теплопередаче основан на создании в ограждающей конструкции условий, близких к стационарному теплообмену, и измерении температуры внутреннего и наружного воздуха, температуры поверхностей ограждающей конструкции, а также плотности теплового потока, проходящего через нее, по которым вычисляют соответствующие искомые величины.

Рис.1. Принципиальная схема установки для теплотехнических испытаний фрагмента исследуемой сэндвич панели: 1, 2, 3, 4 и 5 – места установки термодатчиков; 6 – испытуемый образец сэндвич панели перекрытия; 7 – бетонные столбы, установленные по углам установки; 8 – стены климатической камеры из сэндвич панелей; 9 – крыша камеры из сэндвич панели; 10 – холодильный агрегат; 11 – охлаждающая батарея холодильной установки; УЧП – уровень чистого пола.

Стены и крыша климатической камеры выполнены из трехслойных сэндвич панелей. К одной боковой стене изнутри камеры закреплена охлаждающая батарея. Холодильный агрегат установлен снаружи камеры. Он

позволяет создавать разность температур по обе стороны испытуемой конструкции перепад температуры величиной до 20...22 °С, что соответствует требованиям нормативной методики таких исследований [4].

В помещении лаборатории, где установка для теплотехнических испытаний размещена, амплитуда суточных колебаний температуры воздуха в период проведения испытаний не превышала 1 °С.

Для определения термического сопротивления измеряли температуру в середине фрагмента конструкции перекрытия. В этом сечении измеряли: - температуру воздуха в помещении лаборатории (на расстоянии 10 см от поверхности потолка – нижней поверхности сэндвич панели);

- температуру на поверхности потолка (на поверхности нижней обшивки из стального листа);

- температуру наружной поверхности перекрытия (на поверхности верхней обшивки из стального листа);

- температуру воздуха в камере установки на расстоянии 10 см от поверхности сэндвич панели;

- температуру на поверхности ребра верхней обшивки из стального листа.

Для измерения температуры использовали электронные термодатчики. Тепловой поток измеряли с помощью тепломера ИТП-11. Измерения температуры и теплового потока через покрытие производили круглосуточно вручную через каждые 3 часа (0, 3, 6, и т.д.).

Результаты эксперимента по определению общего сопротивления теплопередаче R_o и термического сопротивления фрагмента сэндвич панели со стальными обшивками по сечению теплоизоляции из базальтового волокна приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Результаты теплотехнических исследований по определению сопротивления теплопередаче R_o и R_i фрагмента сэндвич панели

Место измерения температуры	Номер термодатчика	Температура воздуха или поверхности, °С	Разность температур Δt , °С	Величина теплового потока q , Вт/м ²	R_i , м ² ·°С / Вт	R_o , м ² ·°С / Вт

Внут- ренний воздух	5	21,54	1,58		0,12	
Внут- ренняя поверх- ность	4	19,96	20,06	12,5	1,6	1,86
Наружная поверх- ность	2	-0,1	1,84		0,14	
Наружный воздух	1	-1,94				

Как видно из результатов эксперимента, термическое сопротивление сэндвич панели с обшивкой из листовой стали толщиной 0,5 мм и с плитным утеплителем из базальтового волокна плотностью 100 кг/м³ толщиной 100 мм составляет $R_i = 1,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$. Принимая во внимание, что коэффициент теплопроводности стали $\lambda = 58 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{°C})$ [2], то термическим сопротивлением стальной обшивки ($R_{cm} = 0,000086 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$) можно игнорировать. Тогда с целью сопоставления фактического значения теплопроводности утеплителя из плит базальтового волокна с проектным значением, теплопроводность материала слоя λ определяем по формуле (6) [4]:

$$\lambda_{ym} = \frac{\delta}{R_{cl}} = \frac{0,1}{1,6} = 0,0625 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{°C}).$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Найденное экспериментальное значение коэффициента теплопроводности плиты из базальтового волокна находится в пределах значений коэффициента теплопроводности этого материала, указанных в сертификате [0,056 Вт/(м·°C)].

Экспериментально определенное общее сопротивление теплопередаче покрытия из рассматриваемой сэндвич панели составляет

$$R_o^{эксн} = R_g + R_k + R_n = 0,12 + 1,6 + 0,14 = 1,86 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Значит, трехслойные сэндвич панели с теплоизоляцией из базальтового волокна можно рекомендовать для использования как несущая конструкция чердачного перекрытия в малоэтажных жилых зданиях.

REFERENCES

1. Дятков С.В., Михеев А.П. Архитектура промышленных зданий. – 4-е изд-е. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2006. – 480 с.
2. “Янги Ўзбекистон”. 2021 й. 23.11. № 235.
3. ЛСТК – основа быстровозводимых зданий. /www.buildpersor.ru/stroitelstvo/the...
4. РСТ Уз 809-97. Методика определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. – Ташкент : Госкомархитектстрой РУз, изд-во АКАТМ. – 57 с.
5. Jamshedovich, M. Z. (2021). RULES FOR INSPECTION OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE BUILDING DURING RECONSTRUCTION. *European Scholar Journal*, 2(5), 118-121.