

УДК [72+69] : 620.91 - 049.35

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ СТЕН С ВОЗДУШНЫМИ ПРОСЛОЙКАМИ

Береговой Александр Маркович,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза,*

доктор технических наук, профессор кафедры «Городское строительство и архитектура».

Шадрин Игорь Вячеславович,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза,*

студент.

Аннотация

Приводится анализ конструктивных решений наружных стен с воздушными прослойками. Путем расчетного моделирования дается оценка энергосберегающего эффекта для двух вариантов таких ограждений: с наружным лучепрозрачным экраном и прослойкой, расположенной со стороны внутренней поверхности. Для первого варианта определены необходимые величины теплоаккумулирующей способности стены и дополнительного отопления с учетом климатических условий, а для второго – приблизительный энергосберегающий эффект в зависимости от высоты прослойки.

Ключевые слова: стены с воздушными прослойками, лучепрозрачный экран стены, теплоаккумулирующая способность, энергосберегающий эффект.

ENERGY-SAVING WALL STRUCTURES WITH AIR LAYERS

Beregovoy Alexander Markovich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Doctor of Sciences, Professor of the department “Urban Construction and Architecture”.

Shadrin Igor Vyacheslavovich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

student.

Abstract

The analysis of structural solutions of external walls with air layers is given. By means of computational modeling, the energy-saving effect is estimated for two variants of such constructions: with an external radiant screen and an interlayer, located on the side of the inner surface. For the first option, the required values of the heat storage capacity of the wall and additional heating were determined, taking into account climatic conditions, and for the second, – the approximate energy-saving effect, depending on the height of the interlayer.

Keywords: walls with air layers, radiant wall screen, heat storage capacity, energy-saving effect.

Одно из актуальных направлений строительной теплофизики связано с утилизацией уходящего теплового потока помещений и солнечной радиации с целью снижения общих и вентиляционных тепловых потерь здания. Утилизация отработанного воздуха может быть обеспечена устройством воздушных прослоек в конструкциях наружных ограждений зданий.

Движение свежего или использованного воздуха осуществляется по вертикальным воздушным прослойкам или каналам между конструктивными слоями с выходом воздуха в атмосферу и внутрь помещений [1–5]. Циркуляция воздуха осуществляется или за счет механизма естественного воздухообмена, или механическим способом.

В отечественной практике проектирования известны легкие навесные панели с вентилируемой прослойкой, многослойные бетонные панели с эффективным утеплителем и расположенными в нем вентиляционными каналами, двухслойные керамзитобетонные панели с вентилируемым крупнопористым слоем, вентилируемые окна. В многослойных панелях теплый

отработанный воздух движется по каналу в толще утеплителя по направлению к наружной поверхности стены.

В тех конструктивных решениях, где воздух движется по направлению к внутренней поверхности, атмосферный воздух попадает в нижнюю часть стены через вентиляционные отверстия, а затем поднимается до верхнего междуэтажного перекрытия по наружным воздушным каналам и опускается вниз по внутреннему воздушному промежутку. Нагретый таким образом наружный воздух попадает в помещение из вентиляционного отверстия с регулируемой воздухоподачей.

Применение таких способов устройства воздушных прослоек в конструкциях наружных стен позволяет экономить энергоресурсы, затрачиваемые на отопление и вентиляцию помещений здания. Это происходит за счет использования трансмиссионного тепла и уменьшения объема холодного вентиляционного воздуха через приточные отверстия. При этом улучшается влажностное состояние, снижается теплопроводность и повышается долговечность материала стен.

Опыт эксплуатации зданий с мокрым и влажным режимами показывает, что использование воздушных прослоек в конструкциях стен позволяет предохранить наружные ограждения от избыточного увлажнения, потери теплоизоляционных качеств, снижения долговечности, тогда как другие конструктивные изменения, например, устройство пароизоляционных и защитных слоев, дают гораздо меньший эффект.

Задача проведенного исследования заключалась в оценке энергетической эффективности замкнутой и вентилируемой воздушных прослоек, расположенных в стенах под наружным лучепрозрачным экраном и со стороны внутренней поверхности конструкции. Расчетное моделирование проводилось с использованием уравнений, показанных в таблице 1. В ней показаны следующие конструктивные особенности стен, обладающих теплоаккумулирующей способностью и имеющих лучепрозрачный экран:

а – воздушная прослойка замкнутая (существующие отверстия для входа и выхода из прослойки закрыты);

б – воздушная прослойка сообщается с внутренней воздушной средой через открытые отверстия;

в – воздух в прослойку может заходить как со стороны помещения, так и с улицы.

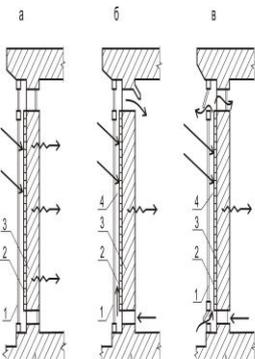
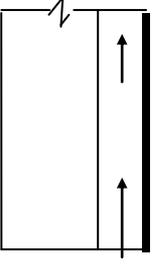
Вторая конструктивная схема выполняет функцию прибора дополнительного отопления, осуществляя подогрев внутреннего воздуха за счет тепла солнечной радиации. А третья схема работает как кондиционер,

Энергоэффективность первой схемы может быть обеспечена только за счет использования стенового материала, способного активно аккумулировать тепло солнечной радиации и постепенно передавать его к внутренней поверхности, а затем в помещение. Очевидно, что такие материалы должны иметь достаточную объемную теплоемкость, как, например, бетоны большой плотности, кирпичная кладка и др.

Для оценки теплоаккумулирующей способности первой схемы стены и ее влияния на расход тепловой энергии в помещении были составлены аналитические выражения (табл. 1). Величина теплового потока Q_s через стену с лучепрозрачным экраном найдена с использованием условной температуры наружного воздуха t_n^y , а на теплоаккумулирующую способность стены Q_c влияют коэффициенты затенения и относительного проникания солнечной радиации через экран (соответственно τ и α).

Найдена теплоаккумулирующая способность стены Q_c^1 , достаточная для обогрева помещения без дополнительного отопления в случае благоприятных климатических условий (продолжительная и интенсивная солнечная радиация, положительная температура воздуха) [4]. Однако, на большей части территории страны климатические условия даже в переходные периоды года таковы, что рассматриваемое конструктивное решение стены не может обеспечить нормативную температуру внутреннего воздуха помещения и требуется дополнительное отопление $Q_{\text{доп}}$.

Таблица 1 - Воздушные прослойки, расположенные под лучепрозрачным экраном и со стороны внутренней поверхности

Конструктивные схемы стен	Особенности конструктив- ного решения	Моделирование процесса энергосбережения
<p style="text-align: center;">1</p> 	<p>Стены с лучепрозрачным экраном и неветилируемой (а) и вентилируемой (б,в) воздушными прослойками</p>	$Q_s = (t_H^y - t_B) k \cdot F \cdot z,$ $t_H^y = \tau \cdot \alpha \cdot I R_o^{\text{экp}}$ $Q_c = \gamma \cdot c \cdot \delta^2 \cdot Q_s \cdot \Delta t / (\tau \cdot \alpha \cdot I R_o^{\text{экp}} - t_B) \cdot \lambda \cdot z$ $Q_c^1 = \gamma \cdot c \cdot \delta^2 \cdot \Delta t (q_k + q_{\text{вент}}) \cdot (t_B - t_H) / (t_H^y - t_B) \lambda$ $[(t_H^y - t_B) \lambda \cdot Q_c / \gamma \cdot c \cdot \delta^2 \cdot \Delta t] + Q_{\text{доп}} = (q_k + q_{\text{вент}}) (t_B - t_H),$
<p style="text-align: center;">2</p> 	<p>Стена с вентилируемой воздушной прослойкой, расположенной со стороны помещения</p>	$t_x = t_c - (t_c - t_H) \cdot e^{-Ax},$ $t_c = C_0 / D_0$ $A = \alpha_k \cdot D_0 / (G \cdot c),$ $\alpha_k = 3,25 \cdot \delta_{\text{пр}}^{-0,2} \cdot v_{\text{пр}}^{0,8},$ $G = v_{\text{пр}} \cdot \rho \cdot \delta_{\text{пр}} \cdot \delta_{\text{пр}}^1,$ $Q_{\text{вент}} = 0,28 \cdot w_{\text{вент}} \cdot \gamma (t_B - t_H)$

Во второй конструктивной схеме стены, предназначенной для утилизации тепла уходящего воздуха из помещений, прослойка расположена со стороны внутренней поверхности, где тепловой поток наибольший (табл.1). Отделена прослойка от помещения тонкой пластиной с небольшим сопротивлением теплопередаче. Циркуляция воздуха в прослойке обеспечивается вентилятором, расположенным на выходном отверстии.

Основными показателями для определения энергоэффективности этой схемы вентилирования стены являются величина температуры t_x в любом сечении по высоте прослойки и количество тепла $Q_{\text{вент}}$, которое необходимо на

подогрев разницы объемов воздуха $w_{\text{вент}}$, поступающего в помещение из приточных отверстий и воздушной прослойки.

Расчет показал, что энергосберегающий эффект в помещении, расположенном на 1, 3 и 5 этажах здания может составить соответственно 8, 30 и 46% при температуре наружного воздуха $t_{\text{н}} = +1^{\circ}\text{C}$, а при $t_{\text{н}} = -20^{\circ}\text{C}$ он может достигнуть 11, 33, и 48% [5].

Библиографический список[^]

1. Системы теплоизоляции стен с воздушной прослойкой. URL: bsc.by (дата обращения: 5.04.21).

2. Навесные фасадные системы с утеплением URL: vsedlyastroiki.ru (дата обращения: 5.04.21).

3. Береговой А.М. Наружные ограждающие конструкции, адаптированные к использованию энергии природной среды / А.М. Береговой, А.П. Прошин, В.А. Береговой, А.В. Гречишкин // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2005. №2. С.4–8.

4. Береговой А.М., Викторова О.Л. Теплоаккумулирующие свойства энергоактивной стены в системе естественной вентиляции и отопления здания // Региональная архитектура и строительство. 2017. №1. С.74–77.

5. Мальцев А.В. Наружное ограждение, утилизирующее тепло уходящего воздуха из помещения [Текст] / А.В. Мальцев, А.М. Береговой, В.А. Береговой, М.А. Дерина // Региональная архитектура и строительство. 2014. №1. С. 123–127.