

КУПРИЯШКИНА Л. И., МУХАНОВ М. А., РОДЬКИНА Д. А., АХМЕТЖАНОВ Р. А.

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ВАКУУМНЫХ
ПАНЕЛЕЙ В ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ**

Аннотация. Представлен анализ теплоизоляционных материалов с учетом коэффициентов теплопроводности и прочности при сжатии. Рассмотрена возможность использования вакуумных теплоизоляционных панелей в стеновых ограждающих конструкциях. Приведен теплотехнический расчет внешних стен жилого здания.

Ключевые слова: теплоизоляция, вакуум, изоляционная панель, коэффициент теплопроводности, конструктивное решение, стеновая панель.

KUPRIYASHKINA L. I., MUKHANOV M. A., RODKINA D. A., AKHMETZHANOV R. A.

**USE OF THERMAL INSULATION VACUUM SYSTEMS
PANELS IN ENCLOSING STRUCTURES**

Abstract. The analysis of thermal insulation materials is carried out, taking into account the coefficients of thermal conductivity and compressive strength. The possibility of using vacuum insulation panels in wall enclosing structures is considered. The thermal engineering calculation of the external walls of a residential building is provided.

Keywords: thermal insulation, vacuum, insulation panel, thermal conductivity coefficient, design solution, wall panel.

Теплоизоляция является одним из приоритетных направлений при строительстве, поскольку ее применение позволяет многократно повысить эксплуатационные характеристики зданий. Постройка с достаточным количеством утеплителя гораздо меньше промерзает зимой, что снижает затраты на его отопление. Также она менее склонна к перегреву летом, сохраняя внутри помещений комфортную температуру, что экономит ресурс кондиционерного оборудования.

Наличие теплоизоляции дает возможность избежать резких скачков температуры в помещении. Это очень важно, особенно если внутри помещений применяется чувствительный к этому параметру отделочный материал, к примеру, древесина или отдельные виды пластика, в том числе ПВХ, используемый для производства натяжных потолков. Отсутствие существенных колебаний температуры дает возможность исключить условия для образования конденсата. Именно применение теплоизоляции исключает появление сырости и развития плесени. Известно, что повышенная влажность стен приводит к отслаиванию отделочных материалов. Как следствие, наблюдается отклеивание обоев, а также тяжелой керамической плитки. Переизбыток влаги от отсутствия достаточной

теплоизоляции также приводит к расширению изделий из дерева. Как следствие, наблюдается коробление напольного покрытия, деформация дверей и др.

Стоит также отметить, что теплоизоляционные материалы помимо своего прямого предназначения обладают звукоизоляционными свойствами. Конечно, их эффективность не столь высока как у специализированных для этой цели покрытий, но вполне достаточная, чтобы уменьшить передачу громких звуков.

Теплоизоляционные материалы используются для обеспечения утепления различных поверхностей: стен, потолков, подвала и кровли. Существует множество теплоизоляционных материалов с различными коэффициентами теплопроводности; некоторые из них представлены в таблице 1.

Таблица 1

Разновидности теплоизоляционных материалов с учетом коэффициентов теплопроводности и прочности при сжатии

Наименование	Прочность при сжатии при 10%-ной относительной деформации, КПа	Коэффициент теплопроводности Вт/(м·К)
Экструзионный пенополистирол carbon eco	250	0,029
Rockwool фасад батсс	45	0,046
Rockwool венти батсс	15	0,037
Пенополистирол ПСБ-С 15	50	0,043
Пенополистирол ПСБ-С 25	100	0,042
Пенополистирол ПСБ-С 35	160	0,038
Вакуумная теплоизоляционная панель на основе белой сажи (плотность 270 кг/м ³)	240-260	0,01-0,02
Вакуумная теплоизоляционная панель на основе пирогенного микрокремнезема (плотность 170 кг/м ³)	190-220	0,004-0,007

Вакуумные теплоизоляционные панели (VIP) в общем случае представляют собой плоские элементы, наполнителем в которых является пористый материал, обеспечивающий формоустойчивость под внешней нагрузкой и атмосферным давлением. Наполнитель помещается в практически газонепроницаемую оболочку, чтобы сохранять заданное качество вакуума. Сопротивление теплопередаче вакуумной теплоизоляции в пять-десять раз лучше, чем у традиционных утеплителей, таких как пенополистирол и минеральная вата. Благодаря высоким характеристикам вакуумная теплоизоляция может обеспечить

непревзойденный уровень тепловой защиты при незначительной толщине теплоизоляционных изделий.

На кафедре строительных конструкций МГУ им. Н. П. Огарёва была предложена вакуумная теплоизоляционная панель, состоящая из вакуумированного наноструктурированного порошка частиц диатомита, упакованного в термостойкую полимерную пленку, которая заключена в жесткую пенополиуретановую оболочку-форму, выполненную из двух частей, входящих друг в друга и соединенных между собой полиуретановым клеем (патент РФ №150467, опублик. 20.02.2015).

Наиболее часто вакуумные панели используются в составе многослойных конструкций. Авторы [1] разработали стеновую пятислойную панель, включающую два поверхностных слоя, выполненных из металлических листов, между которыми размещены внутренние теплоизоляционные слои из вакуумной порошковой теплоизоляции, уложенные послойно в ряды с перевязкой швов предпочтительно в соседних слоях таким образом, что один теплоизоляционный слой смещен относительно другого на расстояние не менее толщины слоя, но не более $\frac{1}{2}$ горизонтального размера одного слоя. С обеих сторон вакуумной теплоизоляции расположены защитные слои из пенополиуретана. Все слои скреплены между собой клеящей композицией.

Также известно о конструкции трехслойной стеновой панели, включающей в себя наружный бетонный слой, выполненный из высокопрочного бетона, внутренний бетонный слой из керамзитобетона, промежуточный теплоизоляционный слой из вакуумной теплоизоляции в термостойкой оболочке и каркас в виде замкнутой прямоугольной рамы из композитного швеллера с перемычками, противоположные концы которых продлены до боковых поверхностей панели, выполненными открытыми в виде монтажных проемов. Армирующая сетка, расположенная в наружном бетонном слое, соединена с каркасом по его контуру гибкими связями [2].

Сопrotивление теплопередачеограждающих конструкций стены согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» вычисляется по следующим формулам:

$$R_0^{\text{норм}} = R_0^{\text{тп}} \cdot m_p, \quad (1)$$

где R_0 – нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$; $R_0^{\text{тп}}$ – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$; m_p – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства.

Градусо-сутки отопительного периода, $\text{°C} \cdot \text{сут}/\text{год}$, определяют по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}}, \quad (2)$$

где $t_{\text{от}}$, $z_{\text{от}}$ – средняя температура наружного воздуха, °C , и продолжительность, $\text{сут}/\text{год}$,

отопительного периода; $t_{в}$ – расчетная температура внутреннего воздуха в здании, °С.

Сравнение ограждающих конструкций жилых зданий без утеплителя и с вакуумным утеплителем представлено на рисунках 1 и 2.

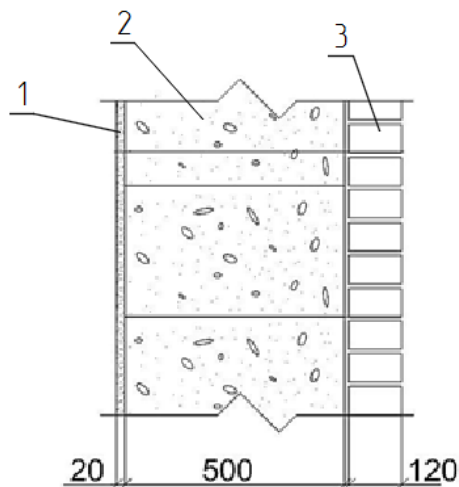


Рис. 1. Ограждающая конструкция стены без утеплителя: 1) известково-песчаная штукатурка; 2) блоки из ячеистого бетона D400, тип IV; 3) лицевой кирпич.

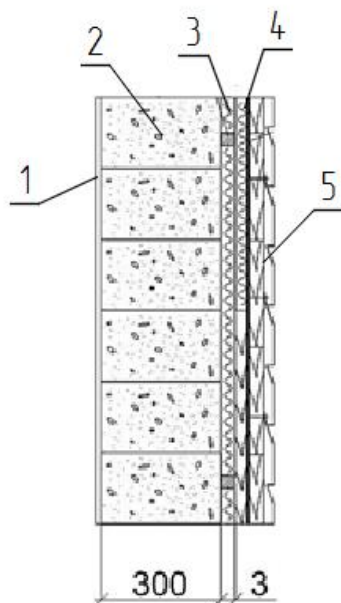


Рис. 2. Ограждающая конструкция стены с вакуумным утеплителем: 1) известково-песчаная штукатурка; 2) блоки из ячеистого бетона D400, тип IV; 3) вакуумная панель; 4) пленка гидро-ветрозащитной для скатной кровли и фасадов ТехноНИКОЛЬ; 5) виниловый сайдинг Sauga.

С учетом определенного экспериментально коэффициента теплопроводности был проведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций жилых домов с использованием в качестве теплоизоляционного материала разработанных вакуумных панелей. Требуемое сопротивление теплопередаче для наружных стен должно быть не менее $3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, для кровли – не менее $4,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Сопротивление теплопередаче

разработанных теплоизоляционных панелей для наружных стен и кровли [3], согласно выполненным расчетам, удовлетворяют предъявляемым нормам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 99041 Российская Федерация, МПК E04F 13/077 (2006.01) Стеновая многослойная панель / В. П. Селяев, В. И. Травуш, А. К. Осипов, О. Г. Маштаев; заявитель Мордов. гос. ун-т им. Н.П. Огарёва. №2010120159/03; заявл. 19.05.2010, опубл. 10.11.2010; Бюл. № 31.
2. Пат. 152710 Российская Федерация, МПК E 04 C 2/00 Трехслойная стеновая панель / В. П. Селяев, Л. И. Куприяшкина, П. В. Селяев, Е. И. Куприяшкина, И. П. Долгов; заявитель Мордов. гос. ун-т им. Н.П. Огарёва. № 2014144642; заявл. 05.11.14; опубл. 22.05.14, Бюл. №21.
3. Куприяшкина Л. И., Долгов И. П., Куприяшкина Е. И., Нурлыбаев Р. Е. Новые стеновые теплоизоляционные конструкции [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2016. – № 5. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/novye-stenovyeteploizolyacionnye-konstrukcii> (дата обращения 01.03.2022).