

НОВОЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

А. С. ДАВИДОВИЧ, Т. Л. ДАВИДОВИЧ, И. Н. БОГОСЛОВСКИЙ

Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Республика Беларусь

В статье предлагается авторское конструктивное решение покрытия, термическое сопротивление которого на порядок выше нормативного, и при этом конструкция предположительно имеет меньшую стоимость, материалоемкость и трудоемкость монтажа, нежели традиционное покрытие.

Проблема энергосбережения как в нашей стране, так и за ее пределами с каждым годом становится всё более актуальной. В ряде стран уже давно ведется поиск путей уменьшения энергопотребления, в частности за счёт повышения энергоэффективности зданий, потому как жилищный комплекс потребляет свыше трети всех расходуемых энергоресурсов.

Снижение энергопотребления здания как энергоэффективного, так и стандартного, несомненно, зависит от теплотехнических показателей ограждающих конструкций.

Как известно, нормативные требования к сопротивлению теплопередаче покрытия значительно выше, чем к остальным элементам. В энергоэффективных домах эти требования равнозначны для всех ограждающих конструкций, кроме оконных и дверных блоков. Например, для пассивных домов сопротивление теплопередаче наружных стен, покрытия и пола первого этажа должны составлять не менее $6,7 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Такие значения требуемых сопротивлений обуславливают создание многослойной конструкции покрытия и увеличивают его материалоемкость и трудоемкость монтажа. Поэтому необходимость в поиске и разработке новых конструктивных решений ограждающих конструкций остается актуальной.

В статье представлена разработка нетрадиционного конструктивного решения энергоэффективного покрытия для малоэтажных жилых зданий.

Идея разработки состоит в использовании в качестве основного утеплителя инертного газа аргона, который в настоящее время широко и успешно применяется в оконных стеклопакетах.

Аргон – это простой одноатомный инертный бесцветный, безвкусный газ, не имеющий запаха и не являющийся взрывоопасным или токсичным. Широкое использование инертного газа в стеклопакетах началось в США и Западной Европе с середины 90-х годов. При заполнении стеклопакетов инертным газом уменьшается конвективный перенос тепла внутри стеклопакета.

В той связи и возникла идея применить этот газ в других конструкциях, например, в конструкции покрытия. Но для того чтобы использовать его в качестве утеплителя, необходимо соблюсти два условия: первое – создать герметичную оболочку, в которой будет находиться газ; второе – создать давление газа внутри оболочки, равное $0,1 \text{ МПа}$. Аргон под давлением в $0,1 \text{ МПа}$ внутри конструкции панели обладает коэффициентом теплопроводности в пределах от $0,0165$ до $0,0175$ в зависимости от температуры газа, что сопоставимо по теплотехническим свойствам с минеральной ватой. Несмотря на все преимущества инертного газа аргона как утеплителя, он является достаточно доступным и дешевым.

В качестве оболочки было решено взять за основу трехслойную пластмассовую ребристую панель. За рубежом такие панели довольно широко применяют в течение более, чем 60 лет в таких странах, как США, Англия, Германия, Италия, Бельгия и др.

Таким образом, была разработана трехслойная полимерная ребристая панель-пакет с заполнением аргоном в качестве утеплителя. От обычной пластмассовой трехслойной панели предлагаемая панель-пакет отличается изменением некоторых узлов для создания герметичности конструкции, а также заменой среднего утепляющего слоя из пенопласта на инертный газ – аргон.

В качестве конструкционного материала выступает винипласт, который отличается низкой стоимостью и высокими прочностными характеристиками. Листовой винипласт можно подвергать термическому воздействию, склеивать различными клеевыми составами при этом, он не горюч, не выделяет запаха.

В конструктивном отношении панель-пакет представляет собой пустотелую ребристую конструкцию коробчатого сечения, состоящую из двух частей: верхней и нижней (рисунок 1). Разделение на две части вызвано особенностями ее монтажа:

1) верхняя часть представлена в виде винипластового листа с поперечными ребрами жесткости;

2) нижняя часть состоит из крайних продольных и поперечных ребер, ограничивающих рабочее пространство инертного газа. Как и в верхней обшивке, в нижней части панели имеются промежуточные ребра жесткости: одно среднее и несколько промежуточных.

Промежуточные ребра запроектированы не на высоту всей конструкции, а с зазором между верхней и нижней частью для беспрепятственного сообщения аргона внутри конструкции панели, что делает ее единым герметичным рабочим пространством для газа. Однако возможен и второй вариант – использовать перфорированные ребра на всю высоту панели. Окончательный вариант будет определен исходя из условия прочности.

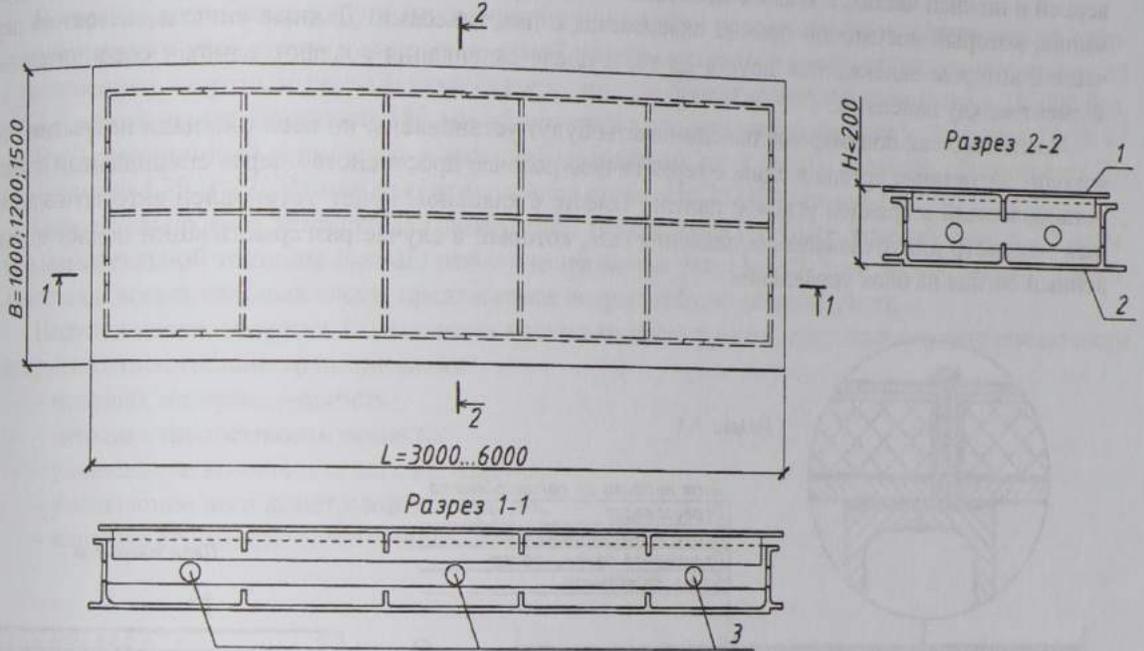


Рисунок 1 – Конструкция полимерной панели-пакета:

1 – верхняя обшивка; 2 – нижняя обшивка; 3 – отверстия для сообщения газа между панелями

Свесы на крайних ребрах нижней обшивки служат для создания неразъемного клеевого соединения между панелями, т. е. являются средством этого соединения.

Также в крайних продольных и поперечных ребрах запроектированы отверстия для сообщения газа между полостями вокруг лежащих панелей (см. рисунок 1). В дальнейшем на стадии монтажа эти отверстия будут устанавливаться алюминиевые гильзы.

На рисунке 2 изображена конструктивная схема и поперечный разрез конструкции покрытия. На несущие стены укладываются деревянные балки с уклоном не более 10 %, т. к. на данный момент предполагается, что панели будут использоваться преимущественно в малоуклонных крышах. Это связано с уменьшением сдвигающих усилий и частично решает проблему анкеровки.

После того как установлены балки, на них в четыре этапа монтируются полимерные панели покрытия, которые защищаются верхним слоем пенополистирольных плит. Пенопластовые плиты толщиной до 70 мм будут защищать винипластовую панель от действия низких температур на ее поверхности. Это связано с недостатком винипласта: он не морозостоек и при температуре ниже $-10-15^{\circ}\text{C}$ начинает снижать свои прочностные характеристики.

Пенопластовые плиты в свою очередь будут накрыты листами сотового поликарбоната, которые выступают в качестве кровельного материала. Сотовый поликарбонат обладает достаточной ударо-, влаго- и морозостойкостью, чтобы являться кровельным слоем.

Как уже было сказано ранее, панель разбита на две части. Это связано с тем, что существует необходимость в устройстве алюминиевых гильз без которых данная панель покрытия не смогла бы работать как эффективный утеплитель, потому как сообщение газа между панелями было бы недопустимым. И если бы панель была цельной до начала ее монтажа, то устройство гильз было бы проблематичным или невозможным.

Процесс монтажа панели покрытия происходит следующим образом.

На разрезе 1-1 (см. рисунок 2) более детально изображены узлы стыков панелей. На деревянные балки укладываются нижние части плит и склеиваются в области нижних свесов. Затем в отверстия панели устанавливаются алюминиевые гильзы, которые являются не только средством сообщения газа, но и жесткими связями между панелями. После того как гильзы смонтированы, на нижнюю обшивку наклеивается верхняя. Верхняя обшивка наклеивается так, чтобы каждый лист верхней обшивки предыдущей панели шел внахлест с верхним свесом последующей. Это позволит обеспечить клеевое соединение между панелями в верхней части. Склеиваться панели будут однокомпонентным реакционным клеем.

Таким образом, панели будут жестко связаны между собой посредством клеевых соединений в верхней и нижней частях, а также с помощью гильз в средней части панели. Гильзы сделаны из алюминия, который достаточно прочно склеивается с пластмассами. Данные гильзы состоят из двух частей, которые вклеиваются друг в друга, и после склеивания создают единый соединительный элемент между панелями.

После того как полимерные панели-пакеты будут установлены по всей площади покрытия, происходит нагнетание аргона в единое герметичное рабочее пространство через специальный клапан, установленный в крайней угловой панели. Вместе с клапаном будет установлен автоматизированный манометр для отслеживания давления газа, который в случае разгерметизации подаст определенный сигнал на блок управления.

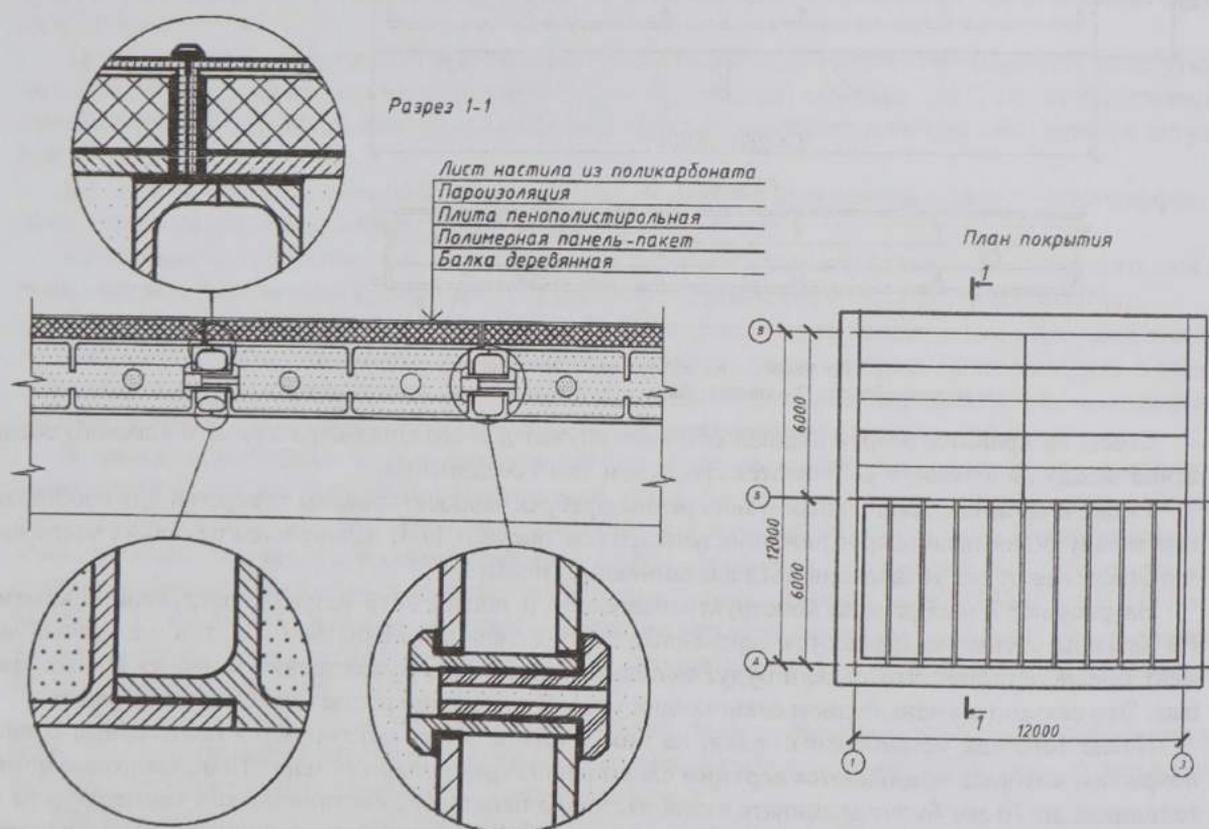


Рисунок 2 – Конструктивная схема (справа) и поперечный разрез покрытия (слева)

Нагнетанию инертного газа предшествует проверка герметичности оболочки панелей. Для этого под давлением 0,1 МПа будет нагнетен обычный воздух, после чего манометр укажет герметично ли рабочее пространство.

В случае разгерметизации в камеры панелей будет нагнетен какой-либо цветной газ под давлением не менее 1 бар, и визуальным контролем можно будет распознать места утечки газа.

Если панели смонтированы, согласно технологии и дефектов после монтажа не обнаружится, то можно будет перейти к устройству вышележащих слоев, а именно пенополистирольных плит и настила из сотового поликарбоната, выполняющего функцию гидроизоляции.

Помимо представленного (основного) варианта конструктивного решения покрытия возможен вариант со светопрозрачным решением. Конструкция таких панелей-пакетов будет аналогична предыдущему варианту, за вычетом узлов стыковки панелей, а именно их нижней части. А также данный светопрозрачный вариант панелей не требует вышележащих защитных слоев, потому как верхняя обшивка будет выполнена из монолитного поликарбоната, который достаточно устойчив к воздействиям внешней среды и имеет необходимую морозо-, ударо-, износостойкость. Нижняя обшивка будет выполнена из органического стекла, которое несколько дешевле монолитного поликарбоната.

Прозрачный вариант будет несомненно дороже, однако в этом случае преобладают эстетические качества и комфортность помещений за счет их освещенности.

По предварительному укрупненному расчету стоимости предлагаемого нетрадиционного энергоэффективного утеплителя в виде полимерной панели-пакета (основного непрозрачного варианта) с заполнением инертным газом можно сказать, что при ориентировочной стоимости в 185000 бел. руб./м² панель-пакет толщиной 180 мм обеспечивает сопротивление теплопередаче около 8,36 м²·°C/Вт. Традиционный утеплитель в виде минераловатных плит той же толщины обеспечивает сопротивление 4,39 м²·°C/Вт при ориентировочной стоимости 282400 бел. руб./м².

Относительно веса утеплителей полимерная панель является более тяжелой (около 270 кг/м³ при максимальной толщине листов) нежели минеральная вата (35 кг/м³), но за счет уменьшения количества и веса остальных слоев, предлагаемое покрытие будет намного легче.

Подводя итоги, хотелось бы выделить несколько преимуществ предлагаемого нетрадиционного покрытия относительно традиционного:

- меньшая материалоемкость;
- меньшая трудоемкость монтажа;
- уменьшение количества слоев покрытия;
- уменьшение веса конструкции покрытия;
- меньшая стоимость конструкции.

УДК 699.844.621

РАЗРАБОТКА ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

З. Н. ЗАХАРЕНКО, Т. В. ЯШИНА, М. Н. ДОЛГАЧЁВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Объем производства нерудных строительных материалов, таких как щебень, песок, глина, применяемых в транспортном, промышленно-гражданском и дорожном строительстве, постоянно растет. Однако технический уровень машин и оборудования отстает от мирового по многим параметрам, в частности, по звукоизоляции. В настоящее время средств для приобретения новых технических ресурсов в организациях недостаточно, поэтому они уделяют большое внимание модернизации.

Транспортные средства, оборудованные кабиной, должны обеспечивать оператору не только хороший обзор, но и работу с соблюдением всех норм безопасности по воздействию внешних факторов, таких как шум, вибрация, запыленность, освещенность и температура. Основными источниками шума в транспортных средствах являются двигатель, трансмиссия, шины, кузов. Дополнительный шум в кабине возникает вследствие наличия сквозных отверстий и неплотностей в местах соединений деталей.

Герметизация кузова позволяет уменьшить уровень внутреннего шума транспортных средств на 4-6 дБ в широком диапазоне частот. Поэтому целесообразно места прохода трубопроводов и различных тяг, особенно со стороны мотоотсека, уплотнять с помощью резиновых прокладок, мастик и герметиков, а на металлические поверхности перед установкой звукоизоляционных материалов укладывать битумные прокладки. Для улучшения физико-механических и акустических характеристик звукоизоляционных материалов всё больше внимания уделяется разработке и применению многослойных конструкций.