

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ СОВРЕМЕННЫХ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ

А. Е. КОНДРАШКОВА, Ю. В. ШАФИЕВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

На протяжении последних двух десятилетий в Республике Беларусь на многочисленных промышленных и гражданских объектах используются сэндвич-панели. Они по праву сохраняют статус одного из современных высокоэффективных строительных материалов. Сочетая высокие теплоэффективные и прочностные характеристики при небольшом весе с возможностью быстрого монтажа, сэндвич-панели можно рассматривать как системное решение, обладающее рядом экологических преимуществ. В работе представлены общие сведения, а также рассмотрены преимущества и недостатки существующих трехслойных пакетов заводского изготовления с наполнителями в виде газонаполненных полимеров разных классов, минеральных ват.

Панели типа «сэндвич» применяются в качестве ограждающих элементов фасадов, покрытия кровли, возведения перегородок и потолочных покрытий зданий и сооружений. Основным материалом для внешней обшивки является оцинкованная сталь толщиной 0,5–0,7 мм различного профиля, которая не подвержена коррозии, долговечна. В качестве утеплителя используют пенополиуретан, минеральные ваты, пенополистирол, пенополиизоцианурат. По типу изоляционного материала производится и маркировка панелей: MW, SP, XSP, PU, PIR (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика теплоизоляционного слоя

Материал	Особенности	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность при 25 °С, Вт/(м·К)
Плиты минераловатные (MW)	Объемно-ориентированные, ламелированные	100–130	0,046–0,048
Пенополистирол (SP, XSP)	Вспененный, экструдированный, плиты	От 20	Не более 0,03
Пенополиуретан (PU)	Заливной, плиты	30–40	Не более 0,03
Пенополиизоцианурат (PIR)	Плиты	30–40	Не более 0,24

Плиты минераловатные (MW). В трёхслойных сэндвич-панелях используют каменные ваты на основе пород базальтовой группы на синтетическом связующем. Каменная вата экологична, пожаробезопасна. К высоким температурам, а также химическому воздействию подобный утеплитель очень устойчив и удовлетворяет самым высоким требованиям пожарной безопасности. Группа горючести – НГ. Еще одно важное свойство данного материала – высокая несущая способность. Однако материал со временем дает усадку. Хаотично расположенные волокна в данном наполнителе гасят проходящие через материал волны, что обеспечивает ему свойство отличной шумоизоляции. Базальтовое волокно не подвержено насыщению влагой и дополнительно пропитывается водоотталкивающим составом, поэтому базальтовая минеральная вата практически не впитывает жидкость и не накапливает конденсат ввиду высокой паропроницаемости.

Спрос на использование композиционных элементов ограждающих конструкций в строительстве велик и с каждым годом влечет за собой поиск новых конструктивных решений и новых композиций. Так, в 2020 году был запатентован плазменный способ получения минеральной ваты из золошлаковых отходов мусоросжигательных заводов и представлена установка для его осуществления [1]. Предложенная технология способствует как расширению сырьевой базы, так и улучшению экологической обстановки. Среди новых решений в технологии утепления панелей нужно отметить сочетание нескольких видов утеплителя. Автором работы [2] описан подход, позволяющий увеличить как общую жесткость конструкции, так и улучшить теплоизоляционные свойства сэндвич-панели. Для этого ламели минеральной ваты чередуются с пенополистиролом.

Существующими нормативными документами разрешается применение в качестве наполнителя сэндвич-панели пенополистирола (ППС). ППС на 98 % состоит из неподвижного воздуха, заключенного в его закрытой ячеистой структуре, и исходя из этого сэндвич-панели, изготовленные из пенополистирола, имеют намного меньшую массу по сравнению с аналогами из минеральной ваты

и другими строительными материалами. Благодаря высокой плотности материал препятствует проникновению в сэндвич-панели пара и влаги, и поэтому в них не размножаются бактерии, не образуется плесень, они устойчивы к процессам гниения и разложения. Сэндвич-панель с ППС переносит любые атмосферные явления и долговременные механические нагрузки, а пористая структура данного материала эффективно защищает помещение от внешних шумов. В работе с пенополистиролом не требуется применять средств защиты: он не ядовит, не имеет запаха, не выделяет пыль при обработке, не вызывает раздражения кожи. Все теплоизоляционные материалы ППС изготовлены из сырья, которое содержит антипирен, позволяющий снизить горючесть. Пенополистирол относится к группе горючести Г3–Г4. Данный материал плавится и его расплав горит с температурой выше 1100 °С. Это единственный полимер, который горит с такой высокой температурой. В результате термодеструкции полистирола выделяется значительное количество опасных для человека веществ [3].

Пенополиуретан (ППУ) – жесткая неплавкая термоактивная пластмасса с плотной сетчатой структурой. Он не разрушается, имеет нейтральный запах, не поражается грибком и гнилью, стоек к растворителям, кислотам и щелочам, экологически безопасен. ППУ является лидером по показателю сохранения теплопотерь. В теле наполнителя содержится газ, занимающий до 97 % объема, который замещается воздухом с течением времени. По показателям теплопроводности ППУ в полтора раза эффективнее, чем полистирол, и в два, чем минеральная вата. ППУ не страшна влага, а также плесень, бактерии, грибки и пр. Не боится материал и перепадов температур. Хотя пенополиуретан и относится к категории горючих веществ, является умеренно горючим и самозатухающим, то есть, горение не поддерживает [4]. Данный материал относится к группе горючести Г3. Пенополиуретан менее горюч, чем ППС, и при воспламенении не выделяет ядовитых фенолов. Изначально пожар в здании из сэндвич-панелей с таким утеплителем развивается так же, как в случае с ППС: отслоится и обгорит облицовка, огонь попадет в замки. Дальше материал утеплителя не торопится гореть, только при высоких температурах разлагается на газообразные продукты, которые, в свою очередь, горят и являются достаточно токсичными. Пенополиуретан имеет очень малое водопоглощение, является долговечным и звукоизоляционным материалом.

Пенополиизоцианурат (ПИР) является особой модификацией пенополиуретана. ПИР наносится способом заливки и отличается отсутствием швов, что имеет большое значение для теплоизоляционного материала [5]. Он более устойчив к воздействию солнечного света, а также является менее горючим материалом, чем ППУ и ППС (группа горючести Г1, т.е. слабогорючий). Кроме того, многочисленные опыты подтвердили, что ПИР не поддерживает горение, самозатухает в течение нескольких секунд после начала горения при отсутствии источника пламени. ПИР имеет сравнительно высокий коэффициент теплопроводности среди теплоизоляционных материалов. Плиты не подвержены гниению, устойчивы к агрессивным средам, что увеличивает долговечность, а за счёт высокой адгезии к облицовкам и жесткой структуры достигаются более высокие прочностные параметры здания. Такие панели обладают низким коэффициентом водопоглощения, хорошо выдерживают перепады температур.

Таким образом, наблюдая разнообразие теплоизоляционных материалов сложно выделить один наилучший утеплитель, ведь каждый имеет свои достоинства и недостатки. При выборе сэндвич-панели необходимо опираться на назначение здания, климатические условия, характеристики производителей и расстояние транспортировки.

Список литературы

- 1 Патент № 2764506 С1 Российская Федерация, МПК С03В 37/06, С03В 37/14, С03В 5/027. Плазменный способ получения минеральной ваты из золошлаковых отходов мусоросжигательных заводов и установка для его осуществления : № 2020136272 : заявл. 03.11.2020 : опубл. 18.01.2022 / С. Л. Буянтуев [и др.] ; заявитель Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления.
- 2 **Кодзоев, Б. Х.** Сэндвич-панель. Материалы и конструкции / Б. Х. Кодзоев, С. Л. Исаченко // Бюллетень науки и практики. – 2019. – № 2. – С. 224–227.
- 3 **Долганов, А. Ю.** О пожарной опасности сэндвич-панелей / А. Ю. Долганов // Вестник современных исследований. – 2018. – № 1.1 (16). – С. 106–107.
- 4 Digest wizard [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://digest.wizardsoft.ru/>. – Дата доступа : 14.10.2022.
- 5 **Кобзев, Д. О.** Сэндвич-панели с утеплителем в виде пенополиизоцианурата / Д. О. Кобзев // Достижения науки и образования. – 2018. – № 15 (37). – С. 22–23.