

при этом стоимость топлива с использованием в составе осадков сточных вод обеспечивает существенную экономию затрат на энергоресурсы, что обеспечивает разумные сроки окупаемости внедрения в пределах 21–48 месяцев, определяемые производительностью линии и марками производимого многокомпонентного топлива.

Литература

1. Пути утилизации осадков сточных вод городских очистных сооружений [Электронный ресурс] // Институт радиобиологии НАН Беларуси – Режим доступа: <https://www.irb.basnet.by/ru/puti-utilizacii-osadkov-stochnyx-vod-gorodskix-ochistnyx-sooruzhenij/> – Дата доступа 25.10.2022.

2. Вострова, Р. Н. Вторая жизнь осадка сточных вод городских очистных сооружений / Р. Н. Вострова // Известия Гомельск. государств. университета имени Ф. Скорины. – 2009. – Т. 54, № 3. – С. 92–98.

3. Пехота, А. Н. Многокомпонентное твердое топливо: монография / А. Н. Пехота; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2021. – 243 с.

Пехота, А. Н. Исследование энергетических характеристик многокомпонентного твердого топлива с использованием горючих малоиспользуемых коммунальных и производственных отходов / А. Н. Пехота // Наука и техника. – 2022. – Т. 21, № 2. – С. 164–174.

5. Пехота, А. Н. Эффективное использование твердых коммунальных отходов в энергетических целях: особенности MSF-технологии / А. Н. Пехота // Энергоэффективность. – 2022. – № 5. – С. 27–32.

УДК 691.1

Органические теплоизоляционные материалы в современном строительстве

Чернюк Н. В.¹, Пехота А. Н.²

¹Белорусский государственный университет транспорта
Гомель, Республика Беларусь,

²Белорусский национальный технический университет
Минск Республика Беларусь

Исследована эффективность применения теплоизоляционных материалов на основе использования органических компонентов. Выполненный обзор позволил определить актуальность создания новых теплоизоляционных материалов на основе органического сырья для строительства зданий различного назначения.

Чтобы повысить энергоэффективность здания и создать оптимальные условия для комфортного проживания, существует комплекс дополнительных мероприятий, к которым относится и теплоизоляция каждого элемента конструкции. **Основной задачей материалов для создания качественной теплоизоляции является препятствие теплопотерям в холодное время года и создание барьера для проникновения тепла в жаркую пору.**

К теплоизоляционным относятся материалы, применяемые в строительстве жилых и промышленных зданий, тепловых агрегатов и трубопроводов с целью уменьшения тепловых потерь в окружающую среду. Они характеризуются низкой теплопроводностью (коэффициент теплопроводности от 0,02 до 0,2 Вт/(м·°С)), высокой пористостью (70–98 %), незначительной плотностью и прочностью (предел прочности при сжатии 0,05–2,5 Н/м²).

Использование теплоизоляционных материалов (ТИМ) позволяет уменьшить толщину и массу ограждающих конструкций, снизить расход основных конструктивных материалов, уменьшить транспортные расходы, что в целом снижает стоимость строительства. Наряду с этим при сокращении потерь тепла отапливаемыми зданиями уменьшается расход энергоресурсов на его обогрев. Многие теплоизоляционные материалы из-за высокой пористости обладают способностью поглощать звук, что позволяет использовать их также в качестве акустических материалов для борьбы с шумом.

Органика в качестве утеплителя известна с древних времен. Человек до появления технического прогресса начал использовать природные материалы для утепления своего жилища.

Органические теплоизоляционные материалы – это материалы, изготовленные на основе компонентов растительного (древесина, лен, конопля, соя, торф и т. д.) или животного (шерсть) происхождения с добавлением специальных связующих.

Многие органические теплоизоляционные материалы подвержены быстрому загниванию, порче различными насекомыми и способны активно поддерживать горение, поэтому их предварительно подвергают специальной обработке.

В настоящее время применяются следующие виды органических теплоизоляционных материалов:

1. На основе бумаги. Как правило, они имеют вид гранул, которые изготавливаются из вторсырья путем скатывания фрагментов бумаги. Чтобы материал стал негорючим и отталкивал воду, гранулы специально обрабатываются раствором нейтральных солей и органическими водоотталкивающими полимерами.

Полезные свойства бумажного утеплителя в следующем: не утяжеляет конструкцию; легко утилизируется; устойчив к появлению плесени или грибка; прост в монтаже.

Из «минусов» можно отметить: склонность к усадке со временем; невозможность заполнить все межстенные промежутки (проводит к появлению «мостиков холода»); необходимость тщательной трамбовки гранул при засыпке или использование специальных нагнетающих устройств, трамбующих устройств с виброукладкой.

2. На основе целлюлозы или древесного волокна. Самый распространенный вид органического утеплителя. Технология производства заключается в измельчении древесного волокна до состояния ваты.

Целлюлозная вата представляет собой рыхлый легкий изоляционный материал, состоящий на 81 % из вторичной целлюлозы и на 19 % – из добавок (нелетучих антипиренов и антисептиков). Монтаж эковаты производится либо методом напыления с помощью специальной установки (материал подается от компрессора по трубе к месту монтажа и уже в воздухе смачивается водно-клеевым раствором из форсунок, закрепленных на оконечности трубы), либо, что реже, засыпается непосредственно в перегородки.

Данный материал имеет отличные теплоизоляционные свойства; способен равномерно заполнять все промежутки конструкции; выполняет функции звукоизоляции и шумопоглощения; обладает паропроницаемостью. Материал универсален (его можно использовать в перекрытиях, стенах, скатных кровлях) и долговечен, а главное – недорог.

Однако имеет и свои «минусы»: Целлюлозная вата может быть горючей при недостаточной обработке; подвержена гниению и грибковому воздействию; применяется только внутри сухих простенков (не подходит для утепления зданий с влажными стенами). Чтобы материал стал огнеупорным, требуется добавление специальных веществ (полифосфат аммония).

3. Пробковый теплоизоляционный материал. Абсолютно натуральный утеплитель, производится из измельченной коры пробкового дерева.

Пробка – легкий материал (масса 1 м³ – всего 104–120 кг), устойчивый к сжатию и не подвержен усадке. Водопоглощение пробки после 20-дневного пребывания под водой не превышает 13 %. Пробковые панели чрезвычайно хорошо восстанавливают свою форму после механической деформации – сжатия или изгиба. В пробковых плитах отсутствуют искусственные добавки, они не подвержены гниению, атакам грызунов, неуязвимы для плесени. Материал также непроницаем для УФ-излучения, устойчив к воздействию углеводородов, а значит, может использоваться в контакте с асфальтом или битумом. Пробка не проводит электричество и не аккумулирует на своей поверхности электростатический заряд. Использовать этот материал может в широком диапазоне температур: от –200 до +130 °С. Благодаря обработке огнестойкими составами изоляционные плиты из пробки не горят (относятся к классу В1 – негорючие вещества).

К «минусам» можно отнести способность к тлению под воздействием высокой температуры и высокая стоимость.

Учитывая все положительные и отрицательные свойства органических теплоизоляционных материалов, был разработан новый строительный материал на базе природного сырья состоящего их биомассы с использованием смеси торфа и растительно-древесных отходов – «Геокар».

Технология производства торфо-растительно-древесных (ТРД) блоков проста: просеянный торф перемешивается с водой и перетирается на специальной мельнице до густой пасты; затем добавляется наполнитель (солома, опилки, стружка), в прессе формируются блоки, и после этапа сушки они готовы к использованию.

Технические характеристики и параметры ТРД-блоков:

- размеры блоков 510×250×88 мм;
- объемный вес 250–430 кг/м³;
- масса блока не более 4 кг;
- коэффициент теплопроводности 0,06–0,08 Вт/(м·°С);
- сопротивлением теплоотдаче $R_0 = 3,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$;
- предел прочности при сжатии 8–12 кг/см².

Преимущества ТРД-блоков:

1. Экологичность, так как в процессе изготовления используют натуральные компоненты. Экспериментальным путем доказано, что торф обладает бактерицидностью. Стены из ТРД-блоков прекрасно «дышат» за счет сорбционно-бактерицидных свойств, поддерживая микроклимат в помещении, который присущ сосновым срубам. Материал не гниет и не подвергается атакам грызунов.

2. Теплопроводность значительно ниже, чем у кирпича. Блок способен заменить минеральную вату, притом, что плотность его в два раза выше.

3. Прочность блоков достигается за счет незначительного применения связующих компонентов, усиливающих адгезию на пограничной поверхности при прессовании мелкодисперсной смеси в матрице.

4. ТРД-блоки не подвергаются возгоранию, а также не тонут в воде.

Учитывая «уникальность» свойств и характеристик торфо-растительно-древесных блоков, а также современные тенденции в необходимости использования при строительстве натуральных материалов, в том числе имеющих дополнительные свойства, обеспечивающие бактерицидность, обоснованным представляется заинтересованность в дальнейшем исследовании и внедрении нового органического теплоизоляционного материала для строительства и теплоизоляции зданий различного назначения, в том числе

для животноводческих, птицеводческих и звероводческих зданий и сооружений имеющих зачастую сложности с поддержанием нормируемых параметров микроклимата.

Литература

1. Халиков, Д. А. Классификация теплоизоляционных материалов по функциональному назначению / Д. А. Халиков // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 11–6. – С. 1287–1291.

2. Классификация теплоизоляционных материалов по функциональному назначению [Электронный ресурс] // *Научный журнал «Фундаментальные исследования»* – Режим доступа: <https://metasold.com/bezopastnost/tipy-sovremennyx-teploizolyacionnyx-materialov.html>. – Дата доступа 25.10.2022.

4. Какие существуют современные теплоизоляционные материалы в строительстве [Электронный ресурс] // *Строительный портал* – Режим доступа: <http://myprofnastil.ru/blog/2021/12/15/kakie-sushhestvuet-sovremennye-teploizolyacionnye-materialy-v-stroitelstve/>. – Дата доступа 14.02.2023.

5. Обзор рынка органических теплоизоляционных материалов [Электронный ресурс] // *Интернет издание «Кровли» портал*. – Режим доступа: <https://krovlirossia.ru/rubriki/materialy-i-technologii/teploizolyacionnye-materialy/obzor-rynka-organicheskix-teploizolyacionnyx-materialov/>. – Дата доступа 14.02.2023.

УДК 697.7

Солнечный воздухонагреватель с высокоэффективным матричным абсорбером

Орзиматов Ж. Т.¹, Абдулхаев З. Э.¹, Маматисаев Г. И.¹, Пехота А. Н.²

¹ Ферганский политехнический институт
Фергана, Республика Узбекистан,

² Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В статье описана разработанная физико-математическая тепловая модель работы солнечного воздухонагревательного коллектора с воздухопроницаемым матричным абсорбером из проволочной металлической путанки, а также полученные аналитические решения модели для граничных условий первого и второго рода.

Системы солнечного теплоснабжения (ССТ) получили широкомасштабное практическое применение в теплоснабжении жилых и общественных зданий. В 2019 г. общая площадь установленных солнечных коллекторов (СК) в составе различных ССТ составила в мире 684 млн м² [1]. Это в основном жидкостные СК