

УДК 662.99

В.С. Ежов, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: vl-ezhov@yandex.ru)

Н.Е. Семичева, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: nsemicheva@yandex.ru)

А.П. Бурцев, студент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: ap_burtsev@mail.ru)

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ НАРУЖНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ

Рассмотрены способы повышения энергоэффективности зданий путем установки в вентилируемых фасадах и крышных ограждениях универсальных термоэлектрических преобразователей, преобразующих теплоту в электричество при утилизации тепловых потерь здания.

Ключевые слова: «зеленое» строительство, энергосбережение, термоэлектричество, электроэнергия, вентилируемый фасад, термоэлектрический преобразователь.

На современном этапе развития человечества все большую актуальность приобретает «зеленое» строительство, направленное на минимизацию воздействий на окружающую среду, проявляющихся при строительстве и эксплуатации зданий. Основной задачей «зеленого» строительства является уменьшение потребления энергетических и материальных ресурсов в течение всего жизненного цикла здания. Сокращение общего негативного влияния застройки как на экологию, так и на здоровье людей возможно только при эффективном использовании энергии, воды и других ресурсов, а также сокращении отходов и выбросов в окружающую среду [1].

Происходящие в ограждающих конструкциях зданий различного назначения процессы тепло-, влаго- и воздухопереноса при определенных внешних и внутренних условиях и отсутствии ряда мероприятий, повышающих уровень теплозащиты строительных сооружений, могут как существенно ухудшить эксплуатационные качества стен и покрытий, так и привести к снижению показателей энергетической эффективности зданий в целом [2, 3]. Поэтому в рамках реализации концепции «зеленого» строительства и повышения энергетической эффективности инженерной инфраструктуры в целом, особое внимание следует уделять не только улучшению физико-технических качеств используемых при строительстве и реконструкции строительных материа-

лов, но и разработке ресурсосберегающих систем энергоснабжения зданий [4, 5, 6].

Одним из путей реализации принципов «зеленого» строительства является повышение энергоэффективности зданий, например, за счет преобразования тепловых потерь зданий в электричество. Такое преобразование может быть осуществлено в универсальных термоэлектрических преобразователях, путем встраивания их в вентилируемые фасады и крышные ограждения зданий, что позволит снизить нагрев ограждающих конструкций, использовать теплоту наружного воздуха и солнечных лучей для трансформации их тепла в электрическую энергию в летнее время, а также использовать холод наружного воздуха и тепловые потери наружных ограждений для их трансформации в электрическую энергию в зимнее время [7].

Принцип работы универсального термоэлектрического преобразователя (УТЭП), принципиальная схема которого приведена на рисунке, основан на термоэлектрическом эффекте, заключающемся в возникновении термоЭДС при нагреве контакта (спая) двух разнородных металлов или полупроводников (термопары). Напряжение термоЭДС прямо пропорционально коэффициенту Зеебека α и разнице температур ΔT между горячей T_h и холодной T_c сторонами (спаями) термоэлектрического модуля:

$$E_{\text{ТЭДС}} = \alpha \times \Delta T. \quad (1)$$

Вырабатываемая электрическая мощность составит

$$P = (Q_h - Q_c), \quad (2)$$

где Q_h – горячий тепловой поток, подводимый к горячему спаю; Q_c – холодный тепловой поток, подводимый к холодному спаю.

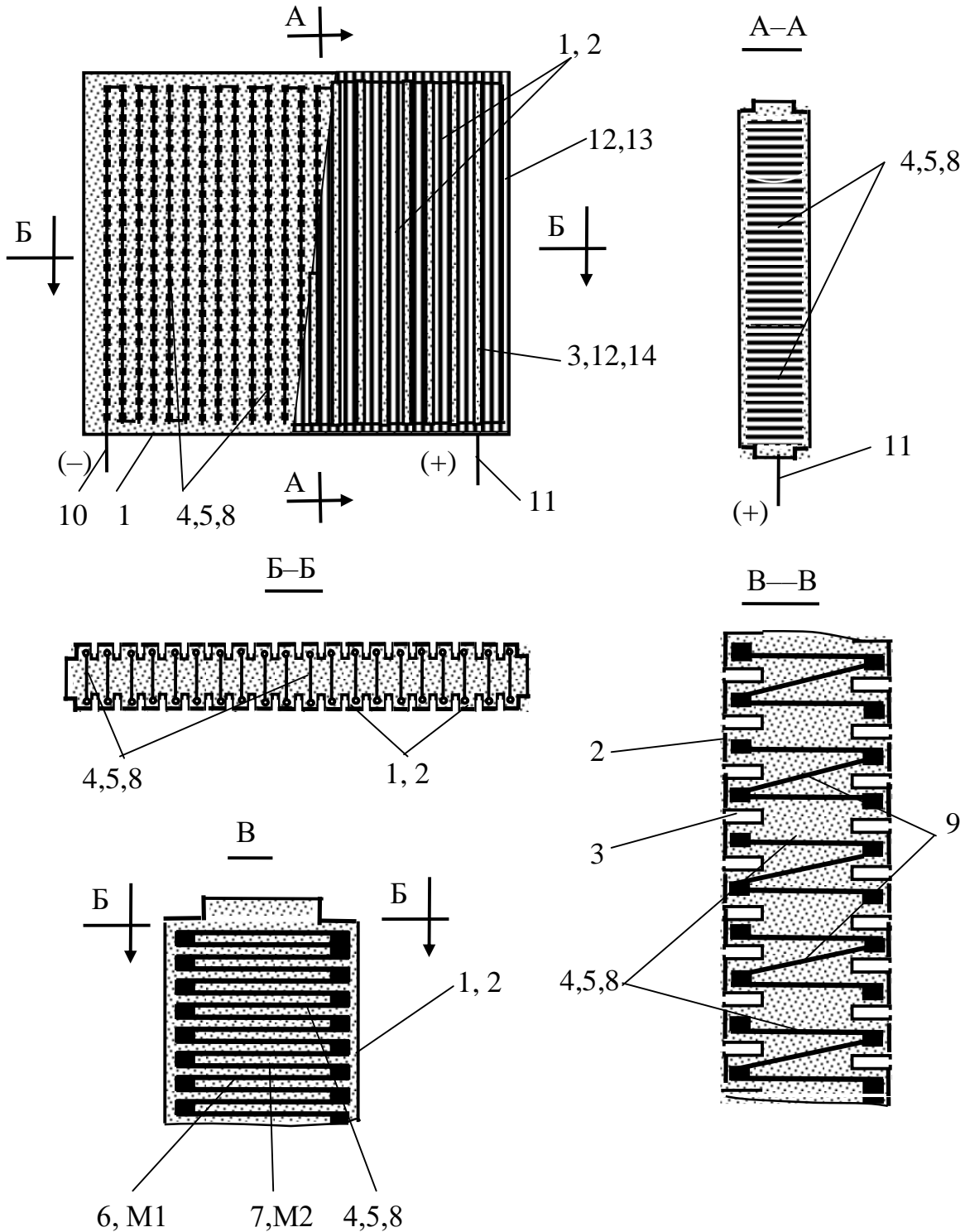


Рис. Универсальный термоэлектрический преобразователь: 1 – корпус; 2 – параллельные ребра; 3 – пазы; 4 – контурная арматура; 5 – термоэмиссионные элементы; 6, 7 – проволочные отрезки из разных металлов M1 и M2; 8 – ряды из проволочных отрезков; 9 – перемычка; 10, 11 – коллекторы; 12 – решетка; 13 – рамка; 14 – продольные полосы

Так как контурная арматура 4 изготовлена из парных проволочных отрезков 6 и 7, выполненных из разных металлов М1 и М2, спаянных на концах между собой, то при нагреве (охлаждении) одних спаянных концов проволочных отрезков 6 и 7 термоэмиссионных элементов 5 с одной стороны и охлаждения (нагреве) противоположных им спаянных концов, на них устанавливаются разные температуры и в зоне контакта (спае) металлов М1 и М2 происходит термическая эмиссия электронов, в результате чего в рядах 8 появляется термоэлектричество.

При соприкосновении ребер 2 одной стороны корпуса 1 с холодной средой, а ребер 2 противоположной стороны корпуса 1 с горячей средой (ребра 2 выполнены из материала с высокой теплопроводностью и в них размещены спаи проволочных отрезков 6 и 7 термоэмиссионных элементов 5), спаи термоэмиссионных элементов 5 с одной стороны охлаждаются, а с противоположной стороны корпуса 1 нагреваются, на них устанавливаются разные температуры, происходит процесс передачи тепла от горячей среды к холодной. При этом, одновременно с процессом теплопередачи в результате разности температур охлажденных и нагретых спаянных концов проволочных отрезков 6 и 7, выполненных из металлов М1 и М2 термоэмиссионных элементов 5 в рядах 8 появляется термоэлектричество, которое через однополюсные коллекторы электрических зарядов 10 и 11 поступает в электрический аккумулятор, откуда подается потребителю. При условии, что горячая или холодная среда представляют собой твердое тело, на сторону корпуса 1, соприкасающегося с ним, в пазы 3 вставляется решетка 12 и теплопередача от твердого тела к спаю термоэмиссионных элементов 5 происходит через материал с высокой теплопроводностью продольных полос 14 решетки 12 и материал также с высокой теплопроводностью ребер 2 корпуса 1,

минуя дополнительное сопротивление промежуточного слоя, создаваемого газовой или жидкой средой, что увеличивает значение коэффициента теплопередачи.

Величина разности электрического потенциала на коллекторах 10 и 11 и сила электрического тока зависит от характеристик пар металлов М1 и М2, из которых изготовлены проволочные отрезки 6 и 7, числа их пар в рядах 8 и их числа в УТЭП, разности температур на противоположных спаянных концах элементов М1 и М2 и количества УТЭП в случае их компоновки в одну теплообменную поверхность.

В качестве примера использования термоэлектричества для повышения энергоэффективности здания был выбран жилой девятиэтажный дом с чердачным покрытием в городе Тула, общей площадью наружных ограждений 2248 м².

Технические и экономические расчеты показали следующее. Суммарные тепловые потери здания составили 212015 Вт. Удельная мощность полученной электроэнергии при использовании эффекта термоэлектричества оказалась равна 1 Вт/м², а уменьшение тепловых потерь – 2248 Вт; при этом суммарное тепловосприятие воздушного потока составило 28220 Вт, что обеспечивает экономию газа на отопление здания в размере 4384 м³/год. Суммарные капиталовложения на наружные ограждения с термоэлектрическими секциями, аккумуляторы, инверторы, электропроводку и монтаж оборудования были равны 1850500 руб., а экономия годовых эксплуатационных расходов составила 70475 руб/год (цены 2014 г.), соответственно срок окупаемости ресурсосберегающей системы энергоснабжения данного здания оказался равен 26 лет (в ценах 2014 г.).

Учитывая тенденцию постоянного роста цен на природный газ, можно утверждать, что через 5–10 лет предлагаемый способ повышения энергоэффективности зданий станет экономически эффективным, а срок окупаемости ресур-

сосберегающей системы энергоснабжения зданий будет меньше 10 лет.

Выводы.

Компоновка множества универсальных термоэлектрических преобразователей в одну теплообменную поверхность в вентилируемых фасадах и крышных ограждениях, позволяет:

1) уменьшить нагрев наружных ограждений здания в летнее время и снизить тепловые потери от них в окружающую среду в зимнее время, что повышает комфортные условия в помещениях летом и снижает расход тепла на их обогрев в зимнее время;

2) снизить вероятность возникновения наледей на кромках крыши здания, что повышает безопасность городских жителей;

3) снизить расход электроэнергии здания за счет генерирования в термоэлектрических преобразователях термоэлектричества;

4) снизить расход природного газа на отопление здания в зимнее время.

Список литературы

1. Бадардинов А.С. Жилье нового поколения для российской семьи // Биосферная совместимость: Человек, регион, технологии. – 2015. – №2 (10). – С. 66-87.

2. Нащекин В.В. Техническая термодинамика. – М.: Высшая школа, 1969. – 559 с.

3. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергия, 1981. – 417 с.

4. Получение электроэнергии при утилизации и солнечного тепла и тепловых потерь здания в вентилируемых фасадах и крышных ограждениях / В.С. Ежов, Н.Е. Семичева, А.С. Якушев, А.Ю. Журавлев // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2011. – № 5-2 (38). – С. 90-93.

5. Пат. России № 2575769. Ресурсосберегающая система энергоснабжения зданий / Ежов В.С., Семичева Н.Е., Березин С.В., Антагулов Т.Л. – 2016. Бюл. № 5.

6. Ежов В.С., Семичева Н.Е. Использование низкопотенциальной тепловой энергии для электроснабжения зданий // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2012. – № 2-2. – С. 56-62.

7. Пат. России № 2462568. Универсальный термоэлектрический преобразователь / Ежов В.С., Семичева Н.Е. Журавлев А.Ю. – 2012. Бюл. № 27.

Получено 18.12.15

V. S. Ezhov, Doctor of Sciences, Professor, Southwest State University (Kursk) (e-mail: vl-ezhov@yandex.ru)

N.E. Semicheva, Candidate of Sciences, Associate Professor, Southwest State University (Kursk) (e-mail: nsemicheva@yandex.ru)

A.P. Burtsev, Student, Southwest State University (Kursk) (e-mail: ap_burtsev@mail.ru_)

INCREASE OF ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS AT UTILIZATION OF THERMAL LOSSES THROUGH EXTERNAL PROTECTIONS

Ways of increase of energy efficiency of buildings by installation in the ventilated facades and roof protections of the universal thermoelectric converters transforming warmth to electricity at utilization of thermal losses of the building are considered.

Key words: "green" construction, energy saving, thermoelectricity, the electric power, the ventilated facade, the thermoelectric converter.