

Оптимизация процесса теплопередачи сборной теплообменной панели солнечного коллектора

А.П. Пирожникова, Г.Э. Муру, М.А. Говорунов

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

Аннотация: в статье представлены способы реализации стратегии, ориентированной на оптимизацию процесса теплопередачи гелиоустановок, с примененной в их устройстве сборной теплообменной панелью из элементов алюминиевого профиля плотно обжимающих медные трубки с теплоносителем. На основе сравнительного анализа двух конфигураций данного устройства, предложены методы интенсификации теплообмена от абсорбирующей поверхности к рабочей среде в солнечных коллекторах плоского типа.

Ключевые слова: энергосбережение, эффективность, оптимизация, теплопередача, теплоемкость, теплообменная панель, теплообмен, гелиоустановка, солнечный коллектор, альтернативные источники энергии

На современном этапе развития строительной отрасли наиболее важным направлением является энергосбережение, что обусловлено, прежде всего, дефицитом основных энергоресурсов, неуклонным ростом стоимости их добычи, риском возникновения экологических проблем, а также тенденцией повышения уровня потребления [1]. Во всех странах с развитой добывающей промышленностью, включая Россию, происходит истощение наиболее крупных и экономически эффективных месторождений [2]. В связи с чем, политика стран Евросоюза ориентирована на постепенный отказ от газа, угля и других видов традиционного топлива и перехода на возобновляемую энергию. Государственная политика России в области энергосбережения основана на приоритете эффективного использования энергетических ресурсов и осуществлении государственного надзора за этим процессом [3]. Такие решительные шаги связаны, прежде всего, с реализацией политики в области охраны окружающей среды, сокращением выбросов в атмосферу и сохранением природных ресурсов [4].

В России воплощается тенденция по сокращению энергозатрат на основе внедрения технологии использования вторичных энергоресурсов, оптимизации уже существующих инженерных решений, применения систем основывающихся на работе с использованием альтернативных источников энергии [5]. Из числа наиболее значимых способов генерации энергии на основе возобновляемых источников является применение гелиоустановок и солнечных батарей [6]. Это объясняется возможностью использования автономных индивидуальных систем, среди которых наиболее актуальными выступают плоские коллектора, ввиду своей простоты, надежности и достаточно высокой эффективности работы, в сравнении с другими видами. Все существующие конфигурации гелиоустановок данного типа подразделяются в основном по устройству теплообменных (абсорбирующих) панелей, что объясняется их определяющим воздействием на эффективность работы, рис. 1.

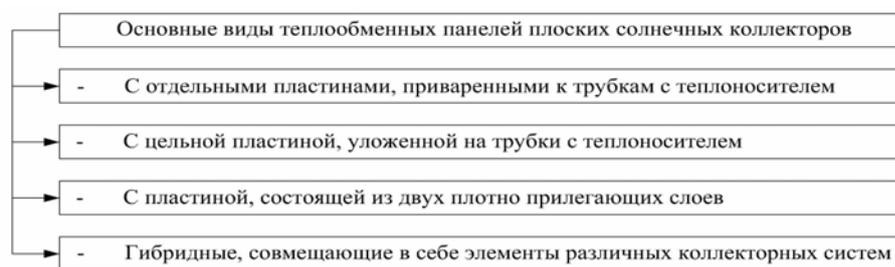


Рис. 1 – Основные виды теплообменных панелей (абсорбирующих панелей) плоских солнечных коллекторов

Наиболее перспективной и рациональной из представленных конфигураций является концепция, совмещающая в себе несколько теплопроводящих слоев, один из которых служит для аккумуляции тепла, а другой для эффективной передачи ее теплоносителю. Таким образом, полученная тепловая энергия задерживается в образуемой конструкции, что препятствует быстрому прогреву, однако, позволяет реализовать тандемную теплообменную систему, результатом работы которой является увеличение КПД установки путем оптимизации процесса теплопередачи: алюминий, являющийся верхним слоем и обладающий большей удельной теплоемкостью, но меньшей тепло-

проводностью, хорошо аккумулирует энергию Солнца; медь – наоборот, эффективно отбирает накопленное тепло и передает его теплоносителю, табл. 1.

Табл. 1 – Сравнительная характеристика тепловых свойств меди и алюминия

Металл	Температура, °С	Удельная теплоемкость, Дж/(кг·°С)	Коэффициент теплопроводности, кВт/м·°С
Медь	20	0,4-0,55	0,386
Алюминий	20	0,87-1,27	0,210

Возможность совмещения тепловых свойств различных теплопроводных металлов позволяет увеличить эффективность работы установки за счет временной работы в случае затенения облаками или после захода Солнца – накопленная теплоаккумуляционным объемом алюминиевого слоя тепловая энергия передается теплоносителю посредством медной трубки. Однако применение подобной технологии имеет ряд недостатков, рис. 2.



Рис. 2 – Недостатки двухслойных теплообменных панелей

Решением вышеизложенного выступает устройство [7], состоящее из отдельных элементов алюминиевого профиля, изготовленных методом экструзии, в совокупности формирующих теплообменную панель с уложенными в нее медными трубками с теплоносителем. В результате чего, технология производства упрощается – исключается необходимость применения высокоточного оборудования и сварки элементов конструкции; сборка осуществляется посредством кромок и пазов, образованных на корпусе элементов алюминиевого профиля, при помощи специализированного сборочного стола. Дополнительно эффективность работы системы увеличивается при помощи образованных на абсорбирующей поверхности панели продольных U-

образных каналов, которые увеличивают площадь лучеприемной поверхности и существенно снижают материалоемкость.

Тем не менее, у данной конфигурации имеется существенный минус – панель выполнена плоской, вследствие чего между медными трубками и элементами алюминиевого профиля в наиболее нагретых областях панели создаются воздушные зазоры, которые сильно снижают эффективность теплообмена, рис. 3. [8].

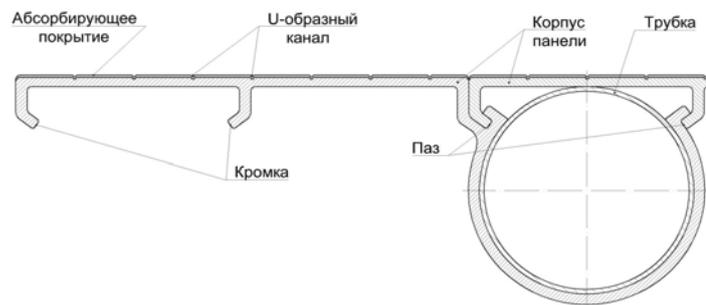


Рис. 3 – Плоская теплообменная панель в разрезе

Для решения представленной задачи, следует изменить плоскую конфигурацию панели на волнообразную, что, в результате формирования полностью эквидистантной медным трубкам внутренней поверхности алюминиевого профиля, приведет к увеличению площади лучеприемной поверхности, к исключению из теплопроводного сечения воздушных полостей и к более эффективному теплообмену.

Дополнительно, за счет сохранения U-образных продольных каналов, формирования дуговидной поверхности с возможностью ее удлинения в развертке на плоскости и низкого модуля упругости алюминия, который позволяет конструкции легко деформироваться, но восстанавливать свою форму, если не превышен предел, будет достигнуто упрощение монтажа, который будет выполняться полностью вручную, без применения технологического оборудования и инструментов. При этом будет сохранена прежняя конфигурация элементов алюминиевого профиля, содержащая в своем устройстве пазы и кромки, необходимые для сборки теплообменной панели, рис. 4.

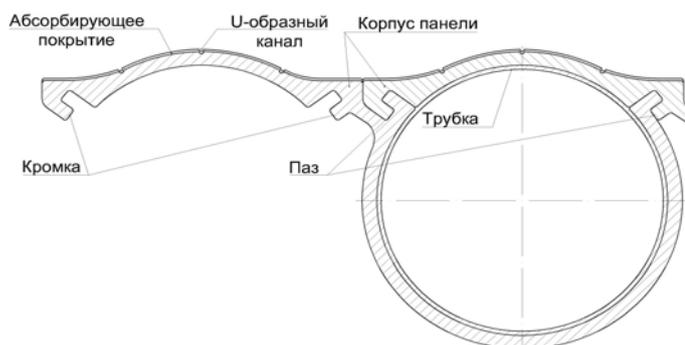


Рис. 4 – Волнообразная теплообменная панель в разрезе

Таким образом, в рассмотренном устройстве теплообменной панели реализована стратегия оптимизации процесса теплопередачи, при помощи концепции совмещения тепловых свойств различных металлов, позволяющей повысить эффективность работы установки [9]. А также, за счет образования волнообразной поверхности, формирующей конструкцию корпуса полностью эквидистантного трубкам с теплоносителем, вследствие чего исключаются воздушные полости, повышающие сопротивление теплопередаче, и дополнительно увеличивается площадь лучеприемной поверхности.

Кроме того, упрощается процесс монтажа, который возможно проводить вручную, что достигается путем устройства на абсорбирующей поверхности U-образных продольных каналов, формирующих места наиболее подверженные изгибу и позволяющие панели легко деформироваться. Результатом чего является снижение трудоемкости и стоимости производства [10].

Литература

1. World Energy Outlook 2017. URL: eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484%282017%29.pdf
2. Пирожникова А.П. Топливо-энергетические ресурсы в рамках мирового энергообеспечения // Материалы международной научно-практической конференции // Культурно-историческое наследие строительства: вчера, се-



годня, завтра, Саратов: Саратовский гос. ун-т им. Н.И. Вавилова, 2014. – С. 115-117

3. Шеина С.Г., Пирожникова А.П. Тенденции развития альтернативной энергетики в странах мира и России // Инженерный вестник Дона, 2016, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3720

4. Манжина С.А., Денисова И.А., Популиди К.К. Экономические аспекты диверсификации тепловой энергетики с учетом экологических требований // Инженерный вестник Дона, 2016, №3. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_52_Manzhina.pdf_2260.pdf

5. Пирожникова А.П., Страхова Н.А. Основные инновационные направления в строительстве // Научное обозрение. – 2014. – № 10, Ч. 2. – С. 363. URL: sced.ru/ru/index.php?option=com_content&view=article&id=321:nauchnoe-obozrenie-10-2-2014&catid=43:uncategorised

6. Галкина Н.И., Скорик Т.А. Энергосбережение в системах климатизации // Ростов н/Д: ДГТУ, 2017. – С. 95.

7. Копецкий С.Ю., Юров А.И., Жеруков Б.Х., Шахмурзов М.М., Кожоков М.К., Апажев А.К., Фиापшев А.Г. Теплообменная панель и способ ее сборки // Патент на полезную модель RUS 2520775 27.06.2014

8. Бухмиров В.В., Созинова Т.Е., Солнышкова Ю.С. Расчет теплопередачи через непроницаемые стенки // Иваново: ИГЭУ, 2015. – С. 32.

9. Secondary Energy Infobook Activities, A companion workbook to the Secondary Energy Infobook: activities to reinforce general energy information, facts about the energy sources, and electricity//NEED – 2013, pp. 32. URL: switchenergyproject.com/education/CurriculaPDFs/SwitchCurricula-Secondary-Introduction/SwitchCurricula-Secondary-EnergyInfobookActivities.pdf

10. Германович В., Турилин А. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. Санкт-Петербург, изд-во Наука и Техника. 2014. С. 8-10.

References

1. World Energy Outlook 2017. URL: eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484%282017%29.pdf
 2. Pirozhnikova A.P. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii//Kul'turno-istoricheskoe nasledie stroitel'stva: vchera, segodnya, zavtra, Saratov: Saratovskij gos. un-t im. N.I. Vavilova, 2014. pp. 115-117
 3. Sheina S.G., Pirozhnikova A.P. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2016, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3720
 4. Manzhina S.A., Denisova I.A., Populidi K.K. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2016, №3. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_52_Manzhina.pdf_2260.pdf
 5. Pirozhnikova A.P., Strahova N.A. Nauchnoe obozrenie. 2014. № 10, Ch. 2. pp. 363. URL: sced.ru/ru/index.php?option=com_content&view=article&id=321:nauchnoe-obozrenie-10-2-2014&catid=43:uncategorised
 6. Galkina N.I., Skorik T.A. Energoberezhenie v sistemah klimatizacii [Energy saving in air-conditioning systems]. Rostov-na-Donu: DGTU, 2017. pp. 95.
 7. Kopeckij S.Yu., Yurov A.I., Zherukov B.H., Shahmurzov M.M., Kozhokov M.K., Apazhev A.K., Fiapshev A.G. Teploobmennaya panel' i sposob ee sborki [Heat exchange panel and method of its Assembly]. Patent na poleznuyu model' RUS 2520775 27.06.2014
 8. Buhmirov V.V., Sozinova T.E., Solnyshkova Yu.S. Raschet teploperedachi cherez nepronicaemye stenki [Calculation of heat transfer through impermeable walls]. Ivanovo: IGEU, 2015. pp. 32.
 9. Secondary Energy Infobook Activities, A companion workbook to the Secondary Energy Infobook: activities to reinforce general energy information, facts about the energy sources, and electricity. NEED. 2013. pp. 32. URL: switchenergyproject.com/education/CurriculaPDFs/SwitchCurricula-Secondary-Introduction/SwitchCurricula-Secondary-EnergyInfobookActivities.pdf
-



10. Germanovich V., Turilin A. Al'ternativnye istochniki energii i energosberezhenie [Alternative energy sources and energy saving]. Sankt-Peterburg, izd-vo Nauka i Tekhnika. 2014. pp. 8-10.