

## **ПАРОДИНАМИЧЕСКИЕ ТЕРМОСИФОНЫ В СИСТЕМАХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА**

**Л. Л. Васильев<sup>1</sup>, А. С. Журавлев<sup>1</sup>, А. В. Шаповалов<sup>2</sup>, А. В. Родин<sup>2</sup>,  
В. А. Олехнович<sup>1</sup>, Л. А. Драгун<sup>1</sup>, Е. С. Данильчик<sup>1</sup>, А. А. Артюх<sup>1</sup>, В. С. Лапко<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Государственное научное учреждение «Институт тепло-  
и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси», г. Минск*

*<sup>2</sup>Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Тепловые трубы и термосифоны – автономные двухфазные устройства для передачи тепла с более высокими теплопроводящими свойствами, чем у самых теплопроводных металлов – совместно с тепловыми насосами могут с высокой эффективностью использоваться в системах утилизации энергии возобновляемых источников и вторичных энергоресурсов [1]–[3]. Одним из видов таких проводников тепла является пародинамический термосифон (ПДТ). Пародинамические термосифоны предназначены для передачи теплового потока в горизонтальном направлении на большие (десятки метров) расстояния. На рис. 1 представлены конструкции ПДТ с объемным и протяженным испарителями.

Пародинамические термосифоны обладают высокой теплопередающей способностью (десятки кВт), это обеспечивает возможность разнообразного конструктивного исполнения с большой длиной (несколько десятков метров) зоны теплоотдачи, в том числе в виде изогнутых, гибких либо сборных элементов. Используя принцип передачи тепла, реализуемый в ПДТ, можно создавать устройства для нагрева и охлаждения воздуха, грунта и дорожного покрытия (асфальта, бетонных плит), для предотвращения обледенения, либо осуществления таяния снега и образовавшегося льда на крышах зданий, стоянках автомобилей и т. д.

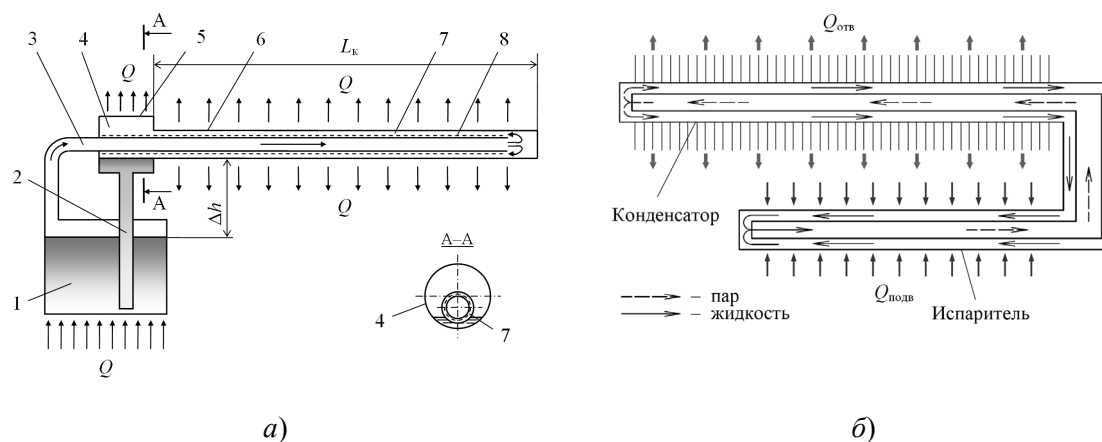


Рис. 1. Пародинамические термосифоны

с объемным (а) и протяженным (б) испарителями:

- 1 – испаритель; 2 – жидкостная трубка; 3 – паропровод; 4 – дополнительный конденсатор; 5 – теплообменная поверхность дополнительного конденсатора; 6 – теплообменная поверхность основного конденсатора; 7 – кольцевой канал (транспортная зона – основной конденсатор); 8 – пористое покрытие;  
 $\Delta h$  – гидростатический напор;  $L_k$  – длина конденсатора

Такие устройства могут найти применение для обогрева железнодорожных стрелочных переводов с целью оттаивания снега и борьбы с обледенением стрелок. В условиях мороза в зимний период снег и лед могут препятствовать переводу стрелки в нужное положение. Управление подавляющим большинством стрелочных переводов – дистанционное – с помощью электропривода, и при неприлегании острия стрелки к рамному рельсу произойдет повышение величины тока через обмотки электродвигателя стрелочного электропривода, что может привести к перегоранию предохранителя или сгоранию двигателя и в конечном итоге – к невозможности перевода стрелки с пульта управления. В качестве источника энергии системы борьбы со льдом могут быть использованы электрические нагреватели либо миниатюрные газовые горелки закрытого типа, а при комбинации с тепловыми насосами – тепло подпочвенного грунта, водоемов, грунтовых, сточных и технологических вод, воздуха. Специалистами фирмы TripleS-GmbH (Германия) созданы системы геотермального обогрева стрелочных переводов рельсовых систем, пассажирских платформ, пешеходных переходов и т. д. Данное оборудование эксплуатируется в Германии, Чехии, Венгрии, системой TripleS оснащены два стрелочных перевода на станции Октябрьской железной дороги в России [4], [5]. Одним из главных компонентов системы является теплообменник, прикрепляемый к рельсу и передающий ему тепло от теплового насоса. В качестве такого теплообменника может использоваться ПДТ, обладающий высокой эффективной теплопроводностью и, следовательно, способный передавать тепло с минимальными потерями.

Пародинамические термосифоны длиной 10 м и более могут применяться для нагрева пола в помещениях, компонентов установок для сушки древесины, семян трав и зерна. Наличие изотермической сушильной панели обеспечивает качественную сушку термолабильных материалов и гарантирует отсутствие локальных перегревов, которые могут служить причиной деформаций материалов, подвергающихся влагоудалению.

Устройства с протяженным испарителем (рис. 1, *a*) целесообразно применять в случаях с рассредоточенным источником тепла. Такие ПДТ удобно монтировать, например, для организации теплообмена в адсорберах теплового насоса или холодильника на твердых сорбентах. Пародинамические термосифоны с двумя конденсаторами обеспечивают трансформацию постоянного теплового потока, подводимого к испарителю, в циклически изменяющиеся тепловые потоки, которые отводятся от конденсаторов. Периодическое включение и выключение конденсаторов осуществляется путем передачи электрических сигналов на клапаны по заданной программе. Конденсаторы термосифона размещены вдоль оси цилиндрических адсорберов и нагревают сорбент от солнечного излучения. Длина конденсаторов – 1 м; термическое сопротивление термосифона –  $R = 0,05$  К/Вт. Подобный термосифон был использован в адсорбционном солнечном холодильнике для организации поочередной десорбции хладагента в двух адсорберах.

Пародинамические термосифоны весьма перспективны и могут применяться для обогрева помещений, в сушильных установках, системах предотвращения скопления снега на кровлях, при обмерзании железнодорожных стрелочных переводов, в адсорбционных тепловых насосах и холодильных установках, емкостях для хранения и безопасной транспортировки природного газа в связанном углеродными сорбентами состоянии и т. д. Использование этих устройств способствует экономии топлива и энергетических ресурсов.

#### Л и т е р а т у р а

1. Vapordynamic thermosyphon – heat transfer two-phase device for wide application / L. L. Vasiliev [et al.] // Archives of Thermodynamics. – 2015. – Vol. 36, No. 4. – P. 65–76.
2. Использование возобновляемых источников энергии и вторичных энергоресурсов с помощью тепловых труб / Л. Л. Васильев [и др.] // Энергоэффективность. – 2016. – нояб. – С. 28–31.
3. Васильев, Л. Л. Утилизация возобновляемых и вторичных энергоресурсов с помощью тепловых труб и термосифонов / Л. Л. Васильев, А. С. Журавлев // Энергетика и ТЭК. – 2017. – № 2. – Т. 167, № 3. – С. 20–22.
4. Функе, М. Геотермальный обогрев стрелочных переводов / М. Функе, Н. Плишке // Путь и путевое хоз-во. – 2012. – № 12. – С. 29–30.
5. Функе, М. Геотермальный обогрев посадочных платформ / М. Функе, Н. Плишке // Путь и путевое хоз-во. – 2013. – № 1. – С. 36–37.