

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ  
ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ НА ОСНОВЕ  
ДВУХФАЗНЫХ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ  
ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ**

П. А. Адаменко

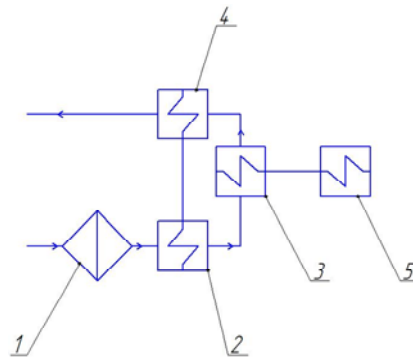
*Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель А. В. Шаповалов

Проблемы снижения потребления тепловой и электрической энергии предприятиями, повышения КПД промышленных установок и улучшения экологической обстановки весьма актуальны. Одним из рациональных решений является возврат части тепла, выделяемого в технологических процессах, в производственный цикл. С этой целью применяются теплообменники различных типов и конструкций, в том числе и аппараты на основе двухфазных высокоэффективных теплопередающих устройств, работающих по замкнутому испарительно-конденсационному циклу – тепловых труб и термосифонов. За счет интенсивных процессов испарения и конденсации жидкости внутри такого устройства тепловые трубы и термосифоны имеют минимальные термические сопротивления передачи тепла от зоны нагрева к зоне конденсации.

В отличие от тепловых труб термосифоны не требуют применения при изготовлении сложных капиллярных структур и поэтому отличаются простотой в изготовлении, надежностью в эксплуатации.

Одной из возможных областей применения теплообменных аппаратов на основе термосифонов являются установки кондиционирования воздуха [1]. Рассмотрим установку, которую можно применять для осушения воздуха в плавательном бассейне закрытого типа. Принципиальная технологическая схема разрабатываемого устройства представлена на рис. 1.



*Рис. 1.* Принципиальная технологическая схема разрабатываемого устройства:

1 – блок входных фильтров; 2 – испаритель теплообменника на основе тепловых труб; 3 – испаритель ПКХМ; 4 – конденсатор теплообменника на основе тепловых труб; 5 – конденсатор парокомпрессионной холодильной машины

Воздух с параметрами 26–31 °С и относительной влажностью 40–60 % через воздухозаборное устройство после прохождения системы фильтров подается на испаритель теплообменника, сконструированного из пакета термосифонов, аналогичных классическим тепловым трубам Перкинсона, при этом отдает свое тепло. Происходит фазовый переход промежуточного теплоносителя внутри тепловых труб.

В качестве промежуточного теплоносителя планируется использовать фреон R134a. Пары фреона поднимаются в зону конденсации. Воздух дальше подается на испаритель холодильной машины, где происходит более глубокое осушение. Затем воздух попадает на конденсатор теплообменника на основе термосифонов, в результате чего пары фреона конденсируются и по стенкам теплообменных труб конденсат фреона стекает в зону испарения, а воздух подогревается до требуемой температуры. В результате на выходе из установки получается воздух с температурой, равной температуре воздуха на входе в установку, но с уменьшенным влагосодержанием. На рис. 2 изображена  $I-d$ -диаграмма воздуха при прохождении через установку.

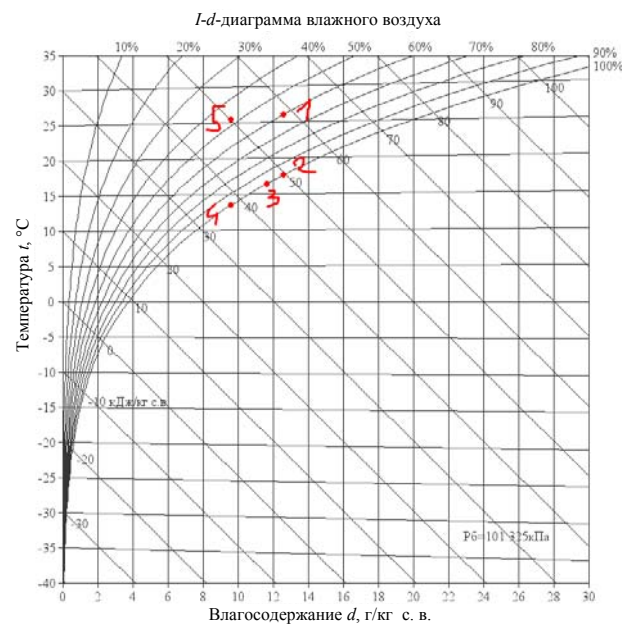


Рис. 2.  $I-d$ -диаграмма воздуха при прохождении через установку

Из рис. 2 видно, в чем заключается преимущество разрабатываемого устройства по сравнению с уже существующими аналогами: снижение эксплуатационных затрат за счет снижения мощности парокомпрессионной холодильной машины и, следовательно, снижение потребления электроэнергии. Это позволяет использовать устройство в системах с ограниченной мощностью, например, получающих электроэнергию от солнечных батарей.

Процессы 1–5 представлены в таблице:

Позиция	1	2	3	4	5
Температура $t$ , °C	28	19,508	16,923	12,836	28
Относительная влажность, $\varphi$ , %	60	100	100	100	39,211
Влагосодержание $d$ , г/кг с. в.	14,22	14,22	12,049	9,22	9,22
Удельная энтальпия $i$ , кДж/кг с. в.	64,451	55,69	47,527	36,185	51,693
Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	1,162	1,196	1,208	1,227	1,165
Температура мокрого термометра $t_m$ , °C	22,074	19,508	16,923	12,836	18,373

Процесс 1–2–3 – осушение воздуха испарителем теплообменника на основе тепловых труб.

Процесс 3–4 – осушение воздуха компрессором.

Процесс 4–5 – нагрев воздух конденсатором теплообменника на основе тепловых труб.

Процесс конденсации фреона компрессора в процессах, связанных с осушением воздуха, не участвует, эту теплоту надо утилизировать каким-нибудь другим образом.

Предполагаемый внешний вид установки изображен на рис. 3.

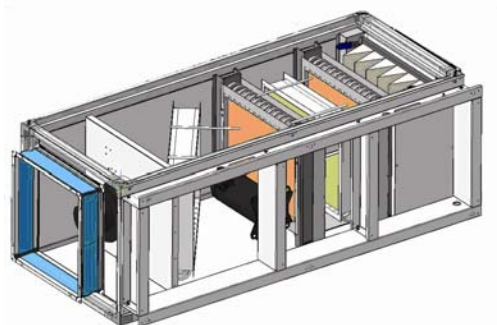


Рис. 3. Предполагаемый внешний вид установки

Разрабатываемая установка будет состоять из трех блоков. Первый блок – испаритель теплообменника на основе тепловых труб, второй блок – испаритель парокомпрессионной холодильной машины, третий блок – конденсатор теплообменника на основе тепловых труб. Теплообменники будут связаны между собой медными трубами диаметром 12,7 мм, при этом будет применяться двухходовая схема движения промежуточного теплоносителя (фреона R134a) в каждом блоке теплообменного аппарата.

#### Литература

1. SPC Company. – Mode of access: <http://www.spc-hvac.co.uk/row/product/heat-pipes-dehumidification/>.