

*Внедрение теплообменников на тепловых  
трубах для уменьшения  
энергопотребления*

*д.т.н., проф. Л.Л. Васильев  
Институт тепло-и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси  
E-mail: Leonard\_Vasiliev@rambler.ru*

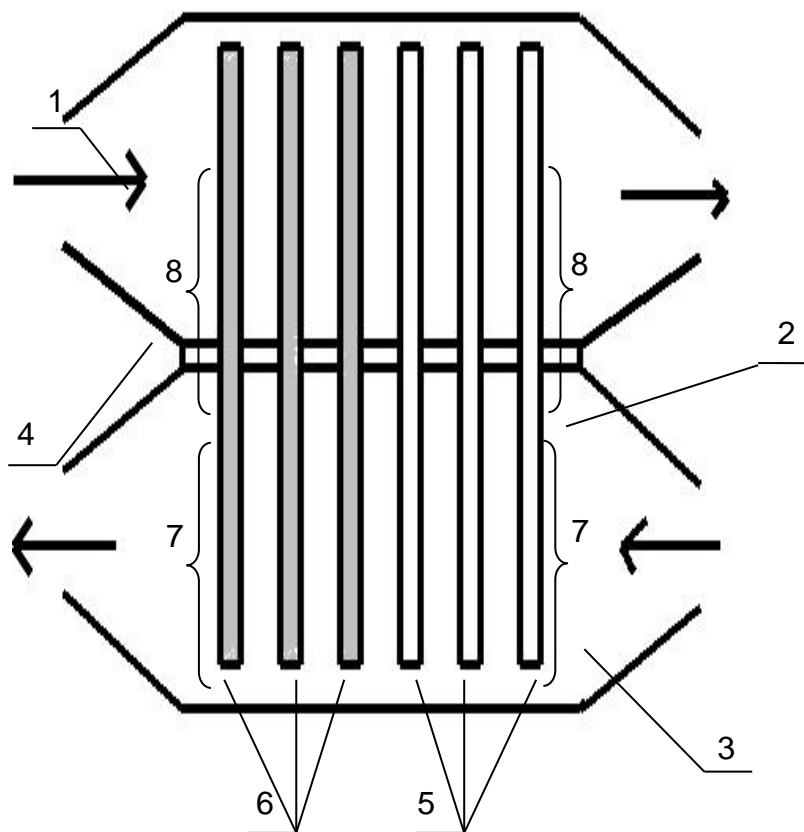
***1.Теплообменники на  
тепловых трубах для  
утилизации теплоты  
отходящих газов и  
воздуха***

## ***Теплообменники на тепловых трубах***

Теплообменники на тепловых трубах имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными теплообменниками:

1. высокая компактность и эффективность рекуперации тепла (кпд до 75 %)
2. малое гидравлическое сопротивление и перепад давления
3. низкая чувствительность к загрязнению и запылению поверхности теплообменника; возможность использования теплообменника в различных средах (отходящие газы, сточные воды) и широком диапазоне температур (от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $1000^{\circ}\text{C}$ )
4. контакт тепловых труб с рамой теплообменника только в одном месте решает проблему разгерметизации теплообменника из-за термического расширения, или сжатия тепловых труб.

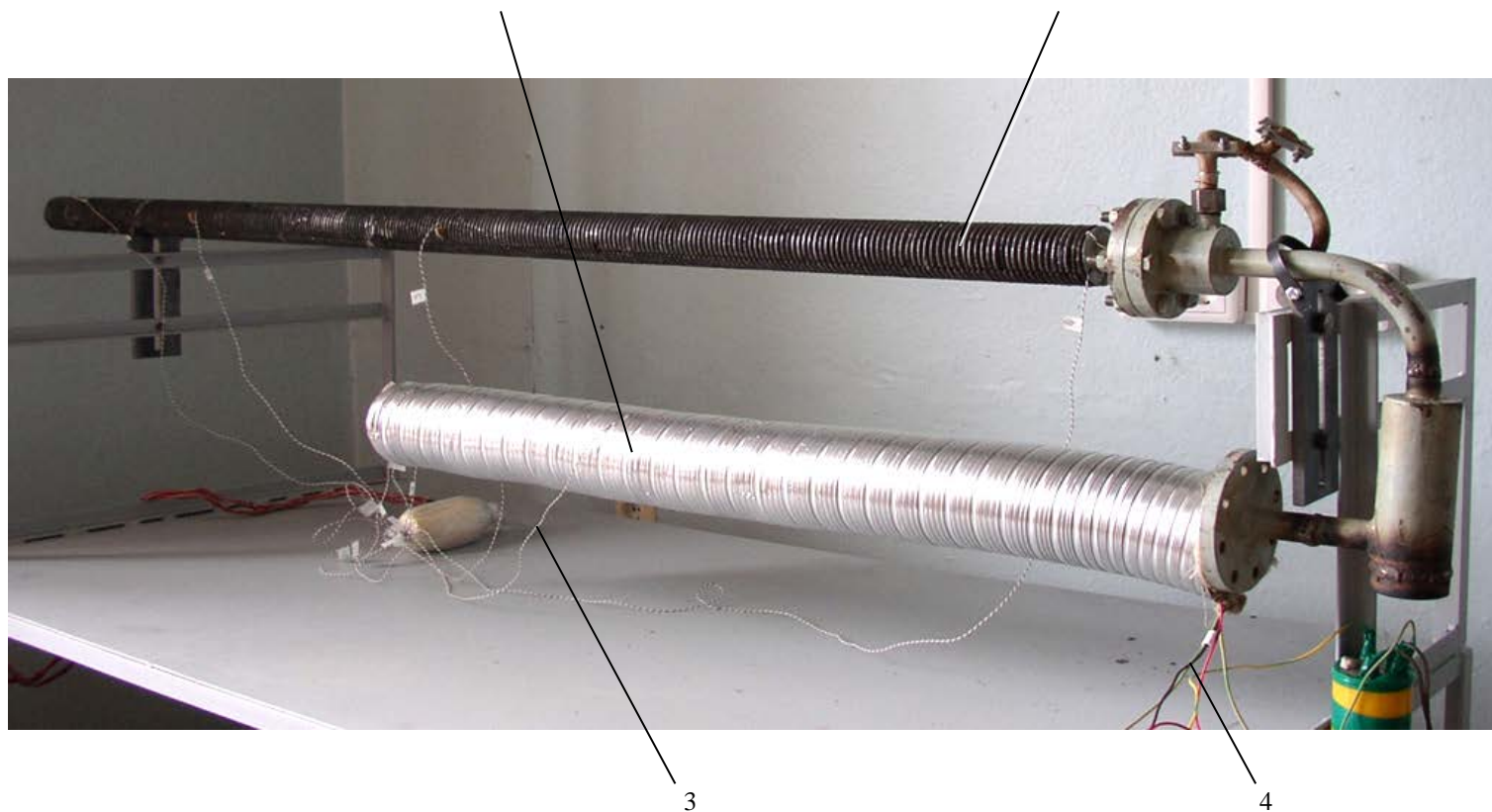
**Рекуператор тепла уходящих газов,**  
**Васильев Л. Л., Васильев Л. Л. мл., Куликовский В.**  
**К., Хартоник А. А., Клевченя Д. И., Республика**  
**Беларусь, 2012 г.**



Теплообменник на тепловых  
трубах

***2. Система кондиционирования  
воздуха на пародинамических  
термосифонах***

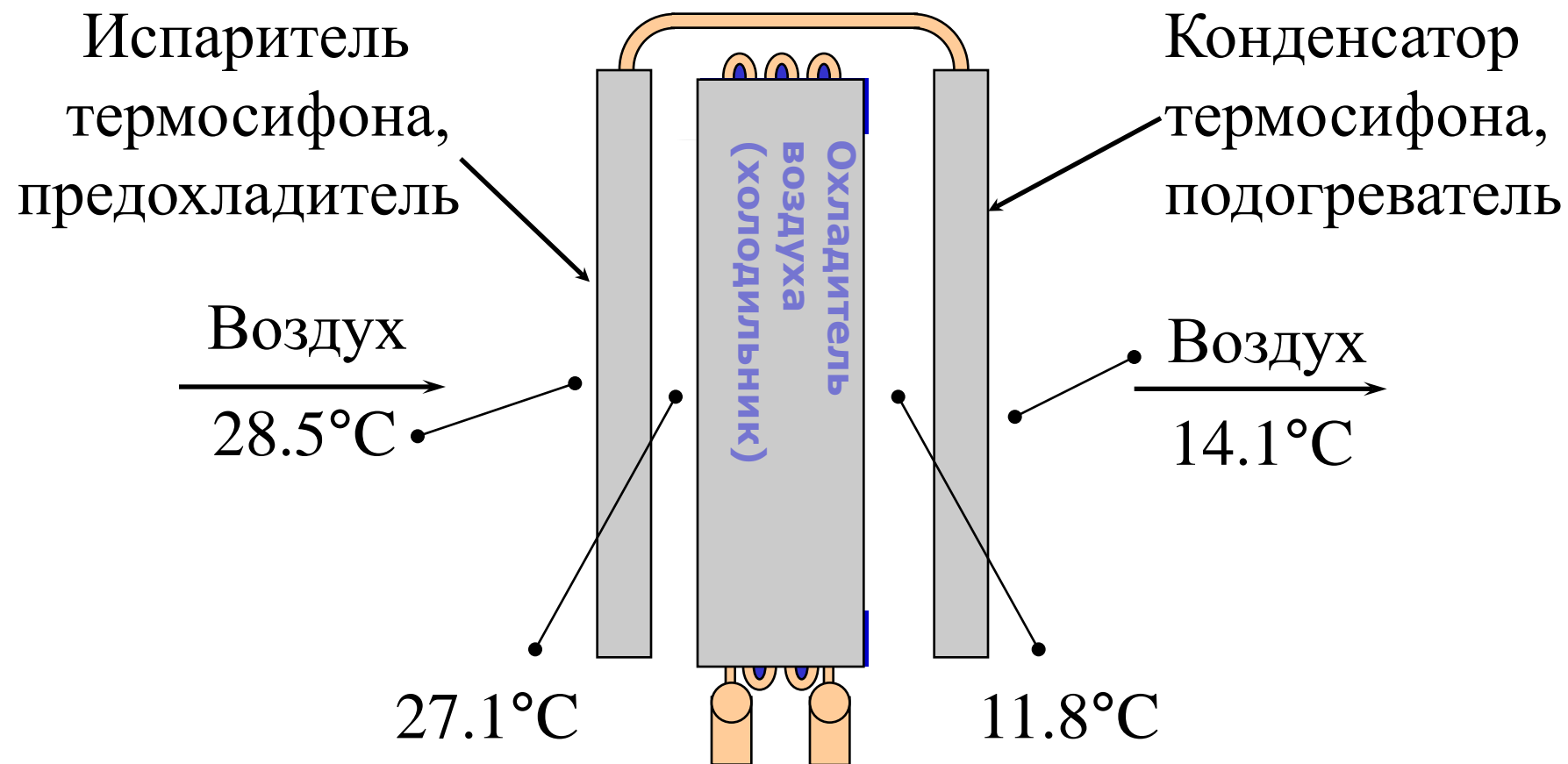
# Пародинамический термосифон с кольцевым мини-каналом в транспортной зоне – конденсаторе



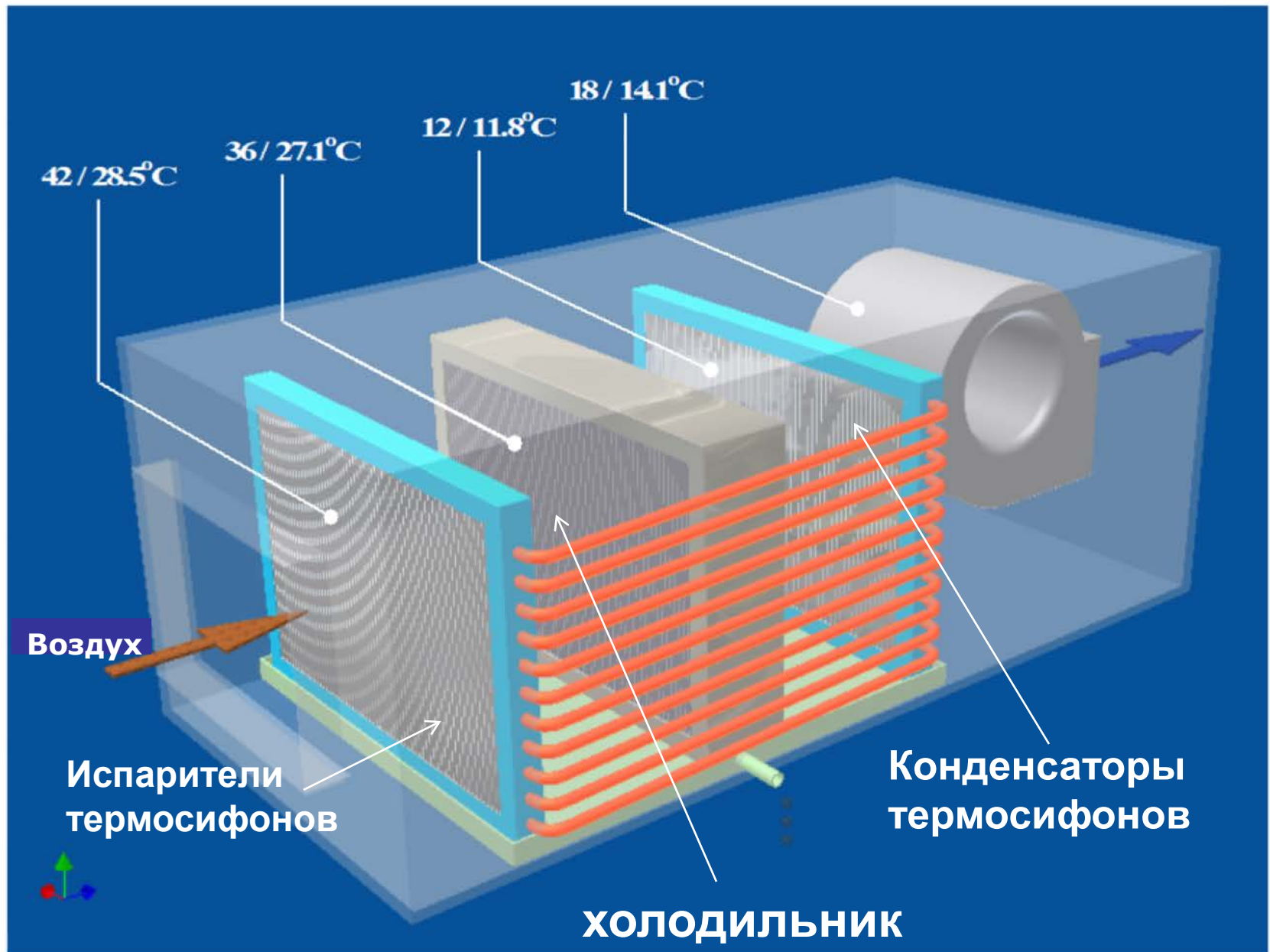
**Пародинамический термосифон на экспериментальном стенде:  
1 – испаритель с теплоизоляцией, 2 – конденсатор, 3 –  
термопарный провод, 4 – провода питания электронагревателя**

*Vasiliev L. L., Morgun V. A., Rabetsky M. I. Heat Transfer Device. US  
Patent No. 4554966, 26.11.1985*

*Схема кондиционера воздуха на базе пародинамических термосифонов и холодильника на твердых сорбентах*



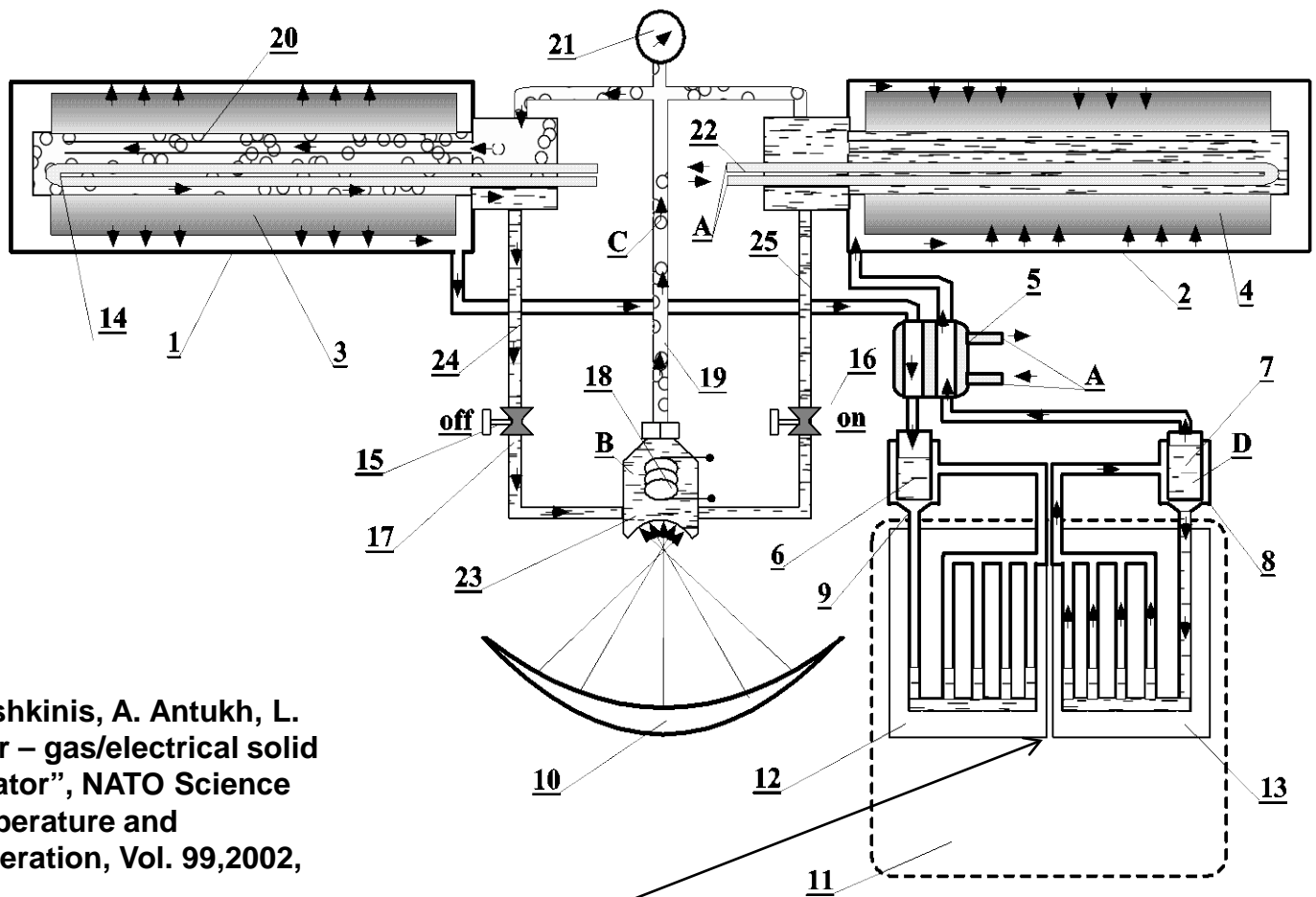
# Система кондиционирования воздуха



**Теплообменник на пародинамических термосифонах**



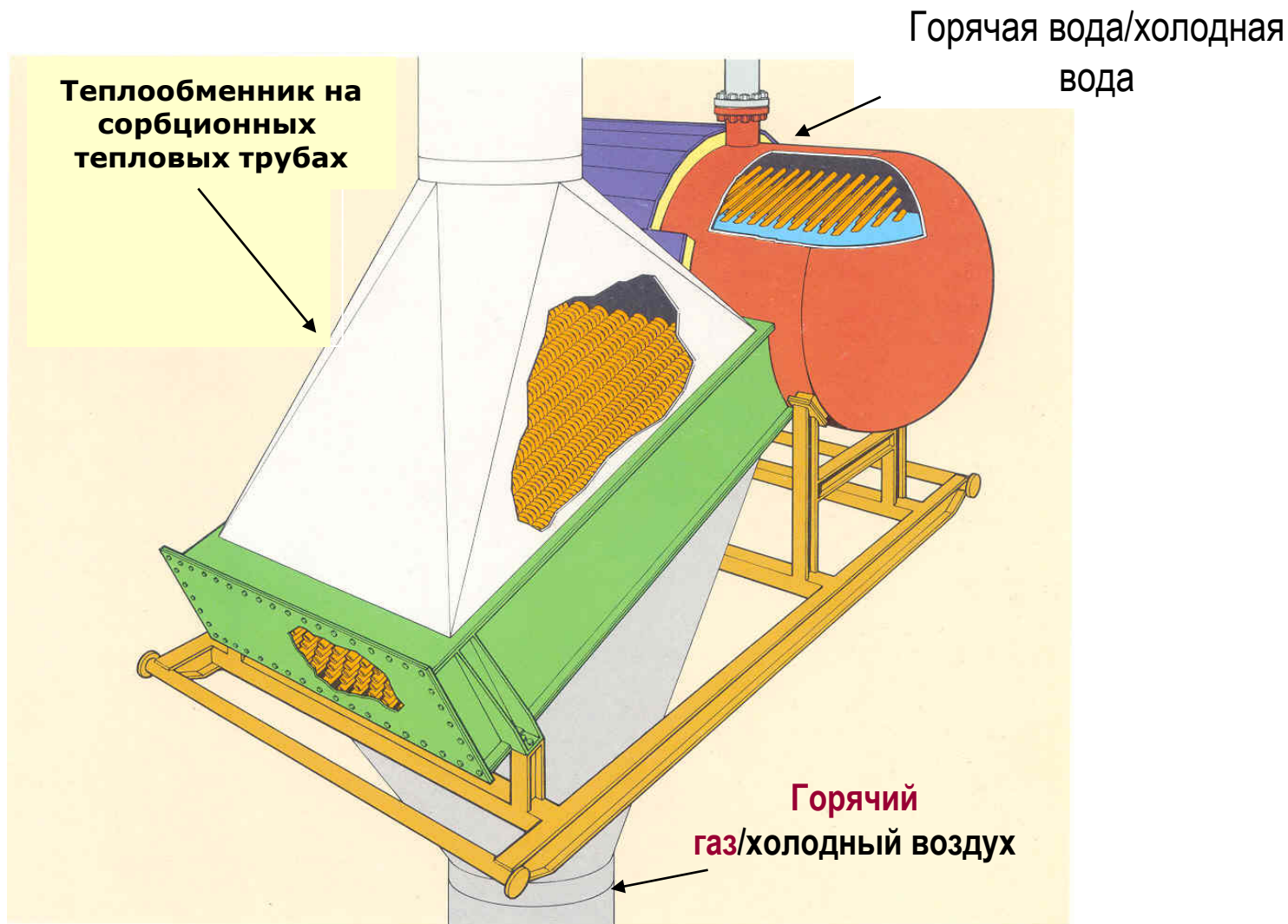
# Солнечный холодильник на твердых сорбентах (электрический источник энергии для ночного времени)



L. Vasiliev, D. Mishkinis, A. Antukh, L. Vasiliev Jr. "Solar – gas/electrical solid sorption refrigerator", NATO Science Series, Low Temperature and Cryogenic Refrigeration, Vol. 99,2002, p.373 - 386

**12 – холодильная петля для системы кондиционирования воздуха**

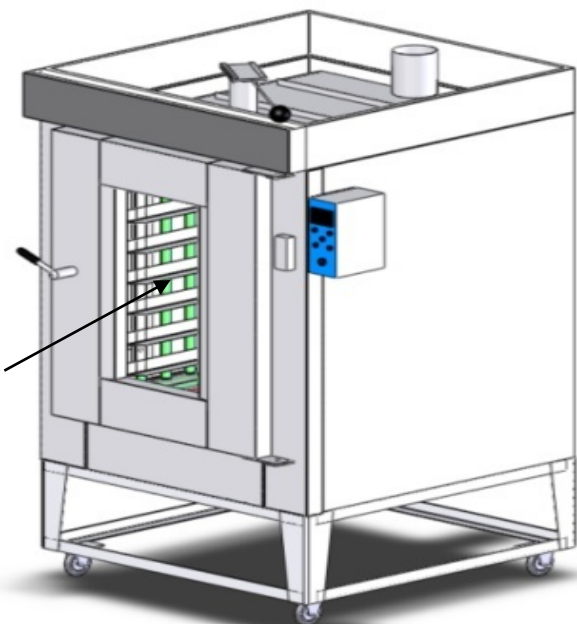
# Система кондиционирования на сорбционных тепловых трубах ИТМО (генератор горячей воды, пара и холодной воды)



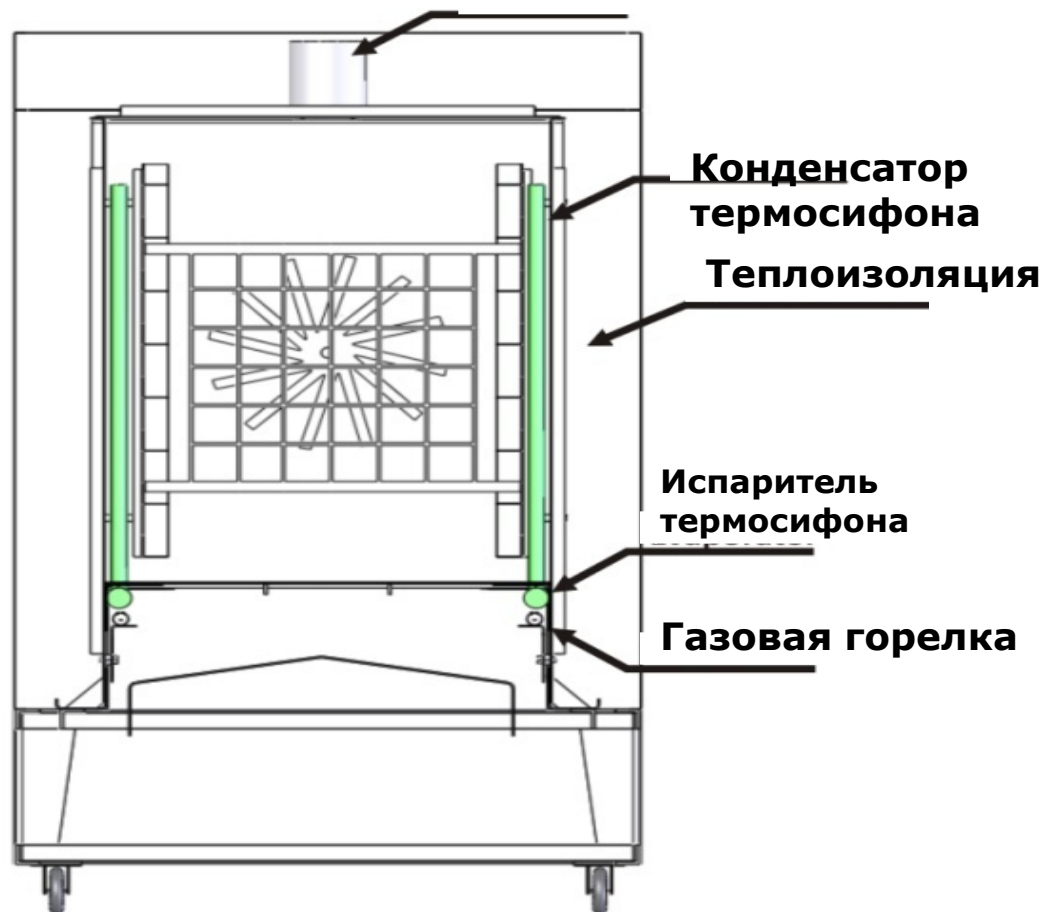
***3. Хлебопекарные,  
кондитерские и обжарочные  
печи***

# Кондитерская печь с термосифонами для выравнивания температуры

Термосифоны



Выхлопная труба



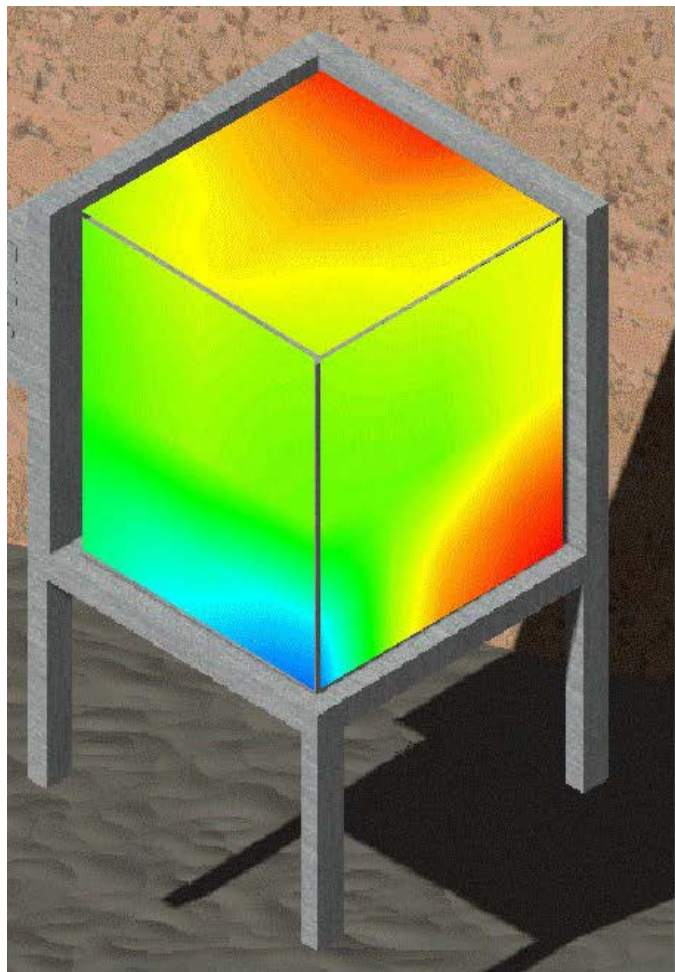
Конденсатор термосифона

Теплоизоляция

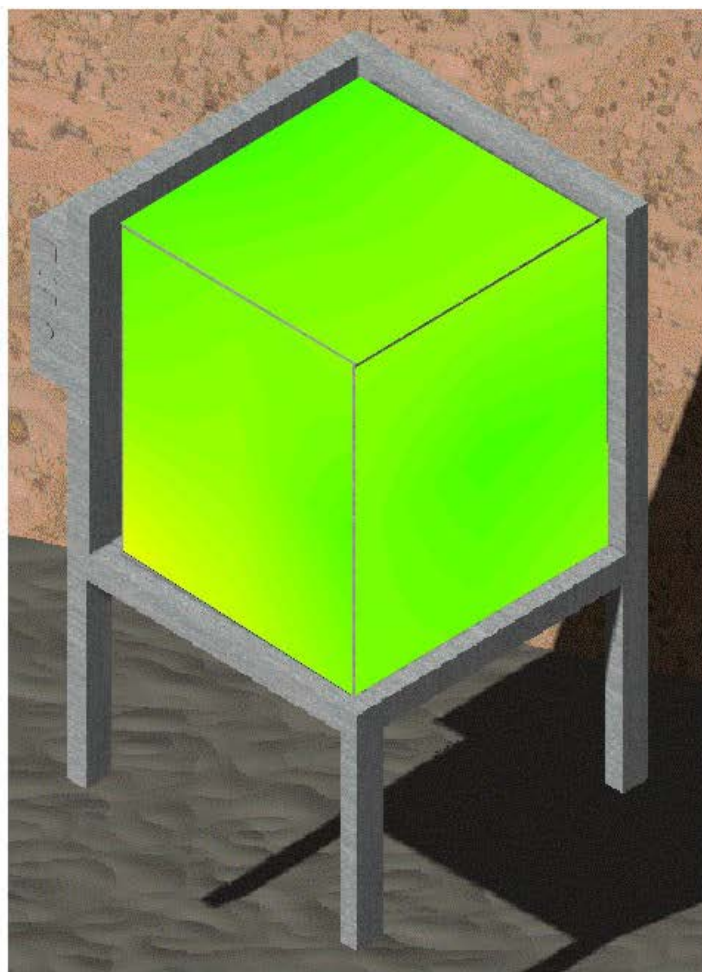
Испаритель термосифона

Газовая горелка

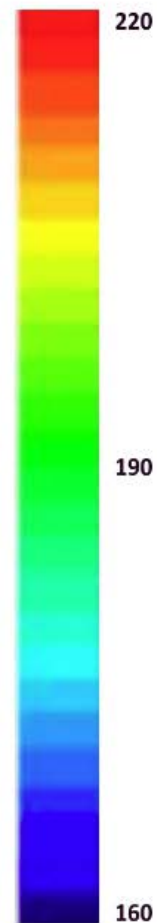
# Распределение температуры в объеме кондитерской печи



Без теплообменника



С теплообменником на термосифонах



# Печь для обжарки продуктов питания

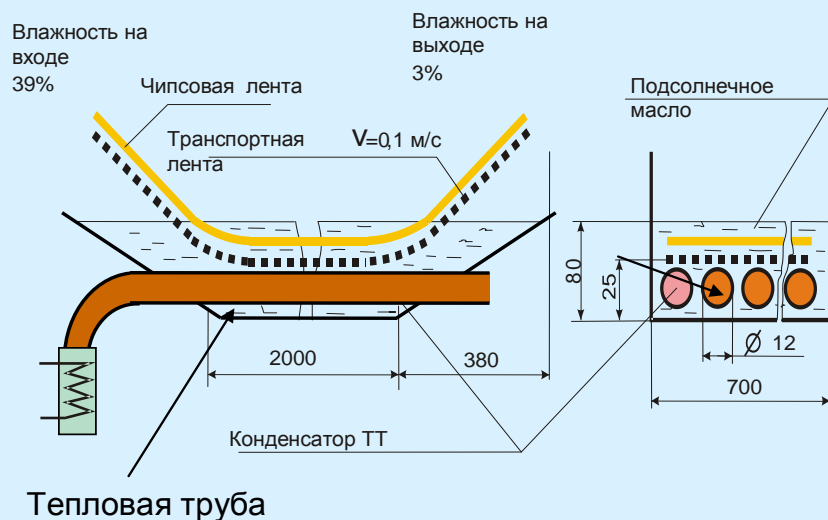


Схема обжарочной печи  
производительностью 100 кг/час  
хрустящего картофеля

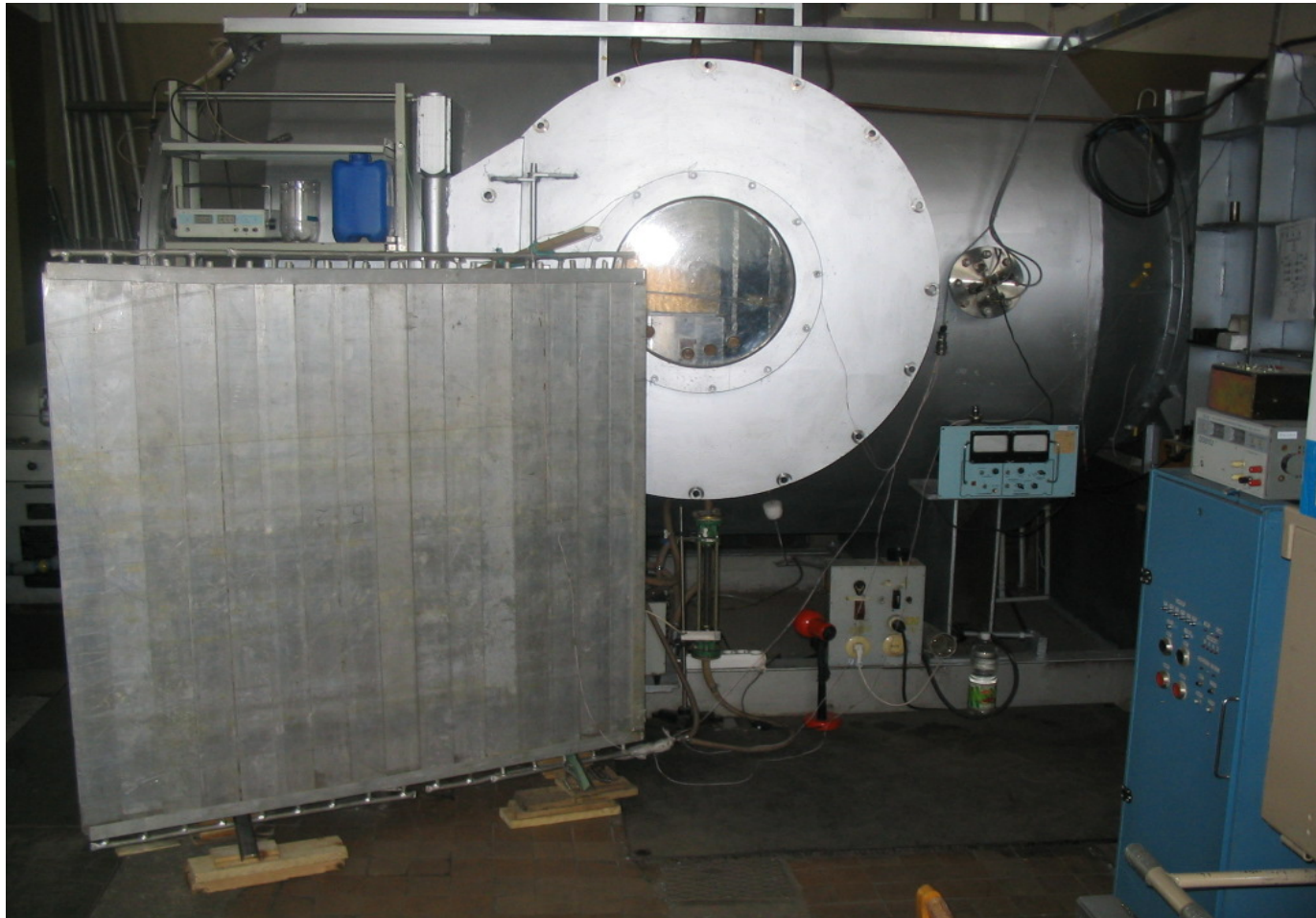
В результате проведенных исследований разработана система терморегулирования печи для обжарки пищевых продуктов на базе тепловой трубы.

Применение тепловых труб позволило свести до **минимума концентрацию канцерогенных веществ** в подсолнечном масле за счет оптимизации температуры обжарки (180 °C).

Нагреватели на базе тепловых труб **снизили на 20 - 25%** общее энергопотребление обжарочной печи.

## ***4. Сушильные установки на тепловых трубах***

***Вакуумная камера и изотермическая  
алюминиевая панель – тепловая труба***





## ***Штабель древесины с панелями - тепловыми трубами***



**Алюминиевая панель –  
тепловая труба**



**Доски расположены на  
алюминиевых панелях**

# *Технические данные вакуумно-сорбционной сушилки древесины*

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование параметра</i>	<i>Величина</i>
1.	<i>Габаритные размеры (внутренние) вакуумной камеры: длина, м ширина, м высота, м</i>	 3.7 1.7 1.0
2.	<i>Габаритные размеры штабеля: длина, м ширина, м высота, м</i>	 3.0 1.4 0.7
3.	<i>Объем штабеля из пиломатериалов с тепловыми панелями, м<sup>3</sup></i>	2.84
4.	<i>Глубина вакуума, МПа</i>	0.045-0.060
5.	<i>Удельный расход теплоты, кВт- ч/м<sup>3</sup>, не более</i>	<b>200</b>
6.	<i>Установленная тепловая мощность, кВт</i>	<b>30</b>
7.	<i>Рабочая температура тепловых панелей, °С</i>	<b>30 - 70</b>
8.	<i>Площадь, занимаемая установкой, м<sup>2</sup></i>	100

# 5. Заключение

- *Теплообменники на тепловых трубах и термосифонах позволяют эффективно утилизировать тепло, выбрасываемое в различных технологических процессах (включая вентиляцию и кондиционирование энергоэффективных жилых зданий и промышленных помещений), альтернативных (возобновляемых) источников энергии и улучшить экологические условия производства продукции в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства.*
- *Лаборатория пористых сред ИТМО им. А.В. Лыкова НАН Беларуси предлагает использовать тепловые трубы, пародинамические термосифоны и теплообменники на их основе для усовершенствования старых и разработки новых конструкций систем кондиционирования воздуха, хлебопекарных, обжарочных и кондитерских печей с газовым и электрическим подогревом, сушильных установок, что даст возможность повысить качество и производительность их работы, одновременно экономя топливо.*



***СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ***