

***СИСТЕМЫ  
СОЛНЕЧНОГО  
ТЕПЛО- И  
ХЛАДО-  
СНАБЖЕНИЯ***

copyright ©2002 Дмитрий Васильев [steelgar@mail.ru](mailto:steelgar@mail.ru)

Руководитель: к.т.н.Велькин В.И. [aes@mail.ustu.ru](mailto:aes@mail.ustu.ru)

# Вопросы

1. Классификация установок солнечного тепло- и хладоснабжения.
2. Схемы систем солнечного тепло- и хладоснабжения.
3. Классификация солнечных коллекторов.
4. Конструкции солнечных коллекторов.
5. Типы поглотителей коллекторов.

# Классификация установок солнечного тепло- и хладоснабжения

Системы, использующие солнечную энергию для выработки тепла или холода, классифицируются по следующим признакам:

1. Назначение
2. Функциональное время работы
3. Степень охвата потребителей
4. Время аккумуляирования энергии
5. Характер движения теплоносителя в процессе нагрева
6. Число контуров
7. Наличие дублирующего источника энергии

# Классификация установок солнечного тепло- и хладоснабжения

**Назначение:** системы горячего водоснабжения,  
отопления,  
хладоснабжения;  
комбинированные - системы теплоснабжения  
(отопление и горячее водоснабжение), теплохладоснабжения  
(отопление, горячее водоснабжение и хладоснабжение);

**время работы:** в течение года  
сезонные  
круглогодичные;

**степень охвата потребителей:** индивидуальные,  
групповые,  
централизованные;

# Классификация установок солнечного тепло- и хладоснабжения

## время аккумулирования энергии:

без аккумулятора,  
с краткосрочным аккумулированием (1 ... 2 сут.),  
с долгосрочным (сезонным) аккумулированием;

## характер движения теплоносителя в процессе нагрева:

без циркуляции  
с естественной (термосифонной) циркуляцией  
принудительной циркуляцией;

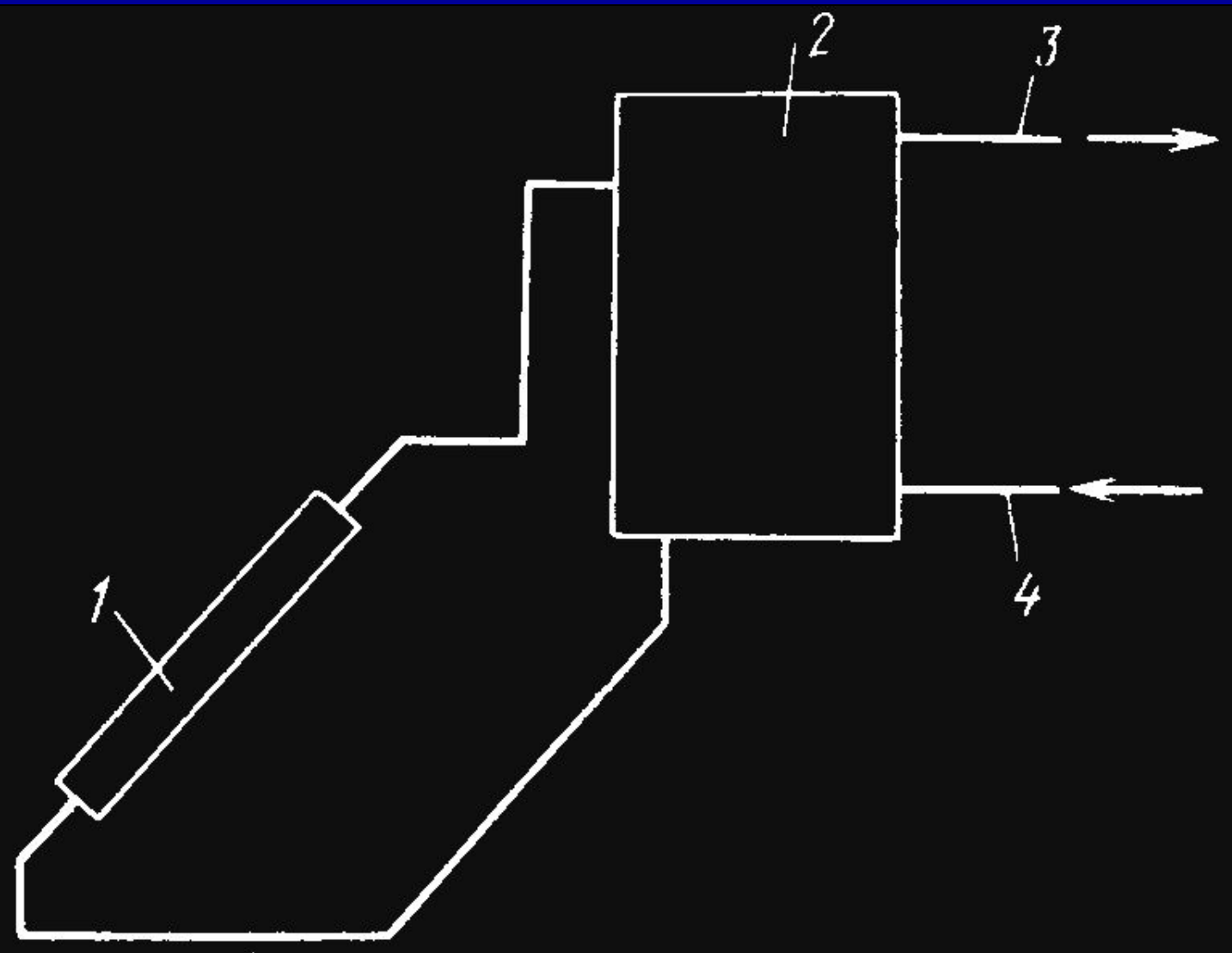
## Число контуров: одно-, двух- и многоконтурные;

режим отбора тепла: с постоянной или  
переменной температурой теплоносителя;

## Наличие дублирующего источника энергии:

с дублиром  
без дублиера (автономные).

# Одноконтурная схема солнечного нагревателя с естественной циркуляцией



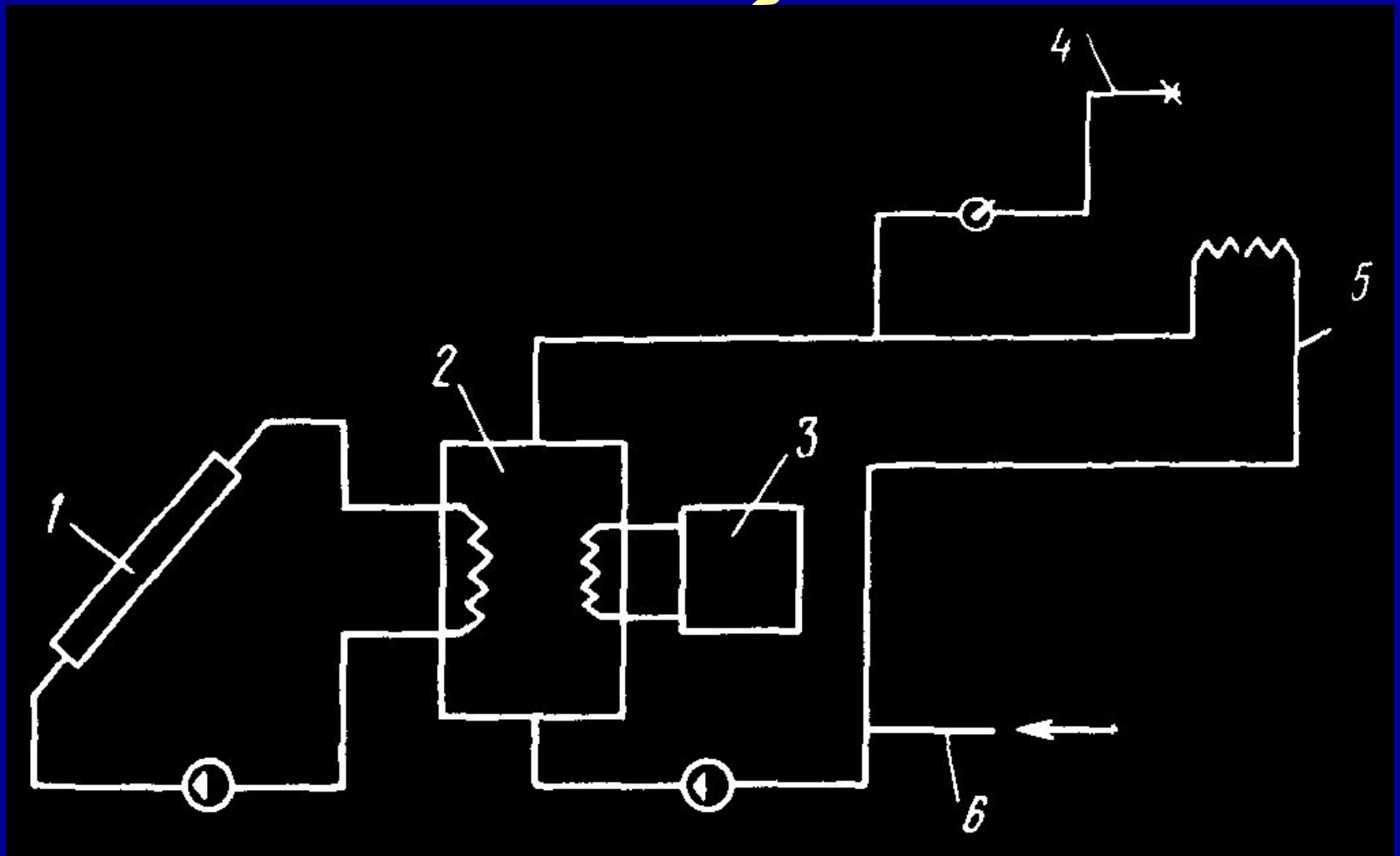
1 - солнечные коллектор;

2 - бак-аккумулятор;

3 - горячая вода к потребителю;

4 - холодная вода из водопроводной сети;

# Двухконтурная схема солнечного



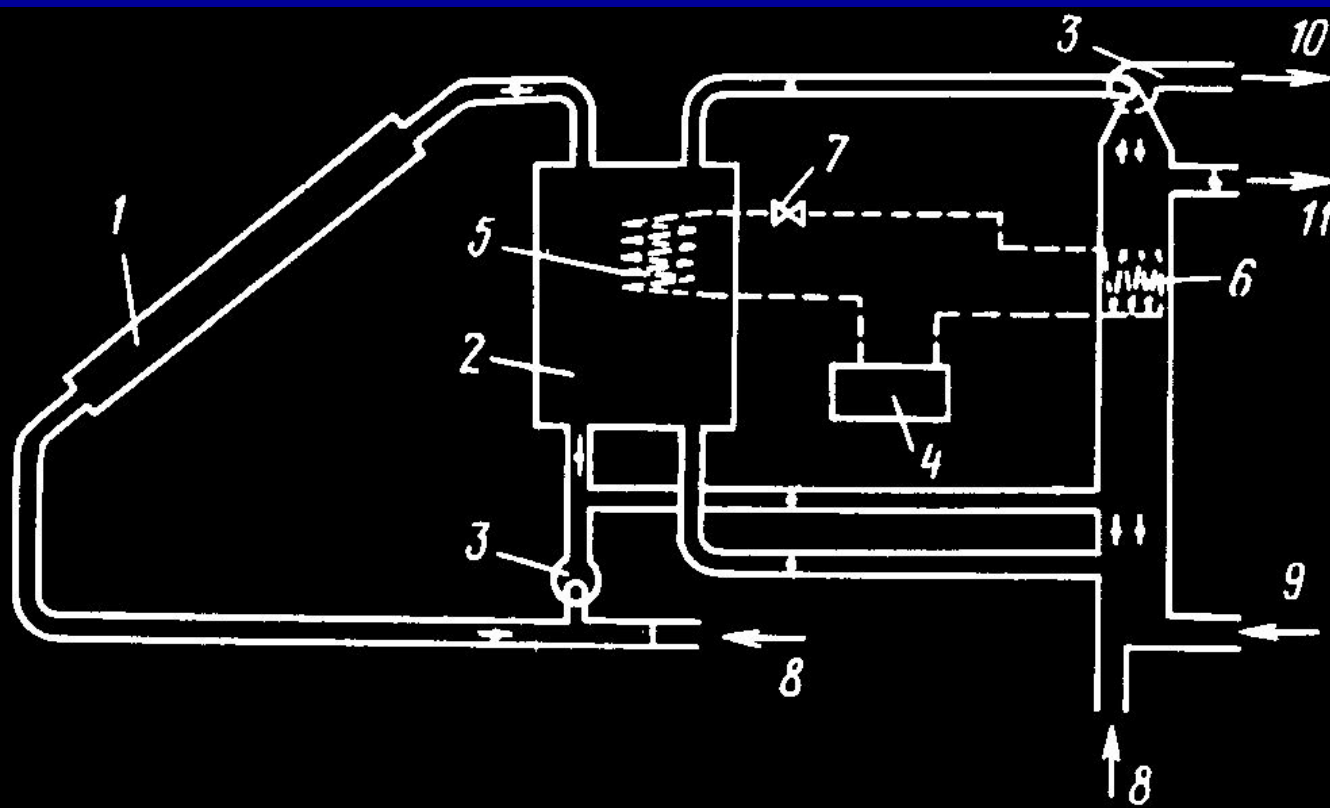
**1 - солнечные коллектор; 2 - бак-аккумулятор;  
3 - дополнительный нагреватель; 4 - система горячего водоснабжения; 5 - система отопления; 6 - подпитка;**

# Особенности конструкции

1. Тепло, отводимое от солнечного коллектора промежуточным теплоносителем, передается в поверхностном теплообменнике нагреваемой воде, поступающей непосредственно к потребителю.
2. В качестве промежуточного теплоносителя используется **антифриз**.
3. Особенностями системы является также **искусственная циркуляция** теплоносителя как в первом, так и во втором контуре и наличие дублирующего источника энергии.



# Схема системы отопления и охлаждения с использованием солнечной энергии и теплового насоса



1 - солнечный коллектор;

2 - бак-аккумулятор;

3 - вентиляторы;

4 - компрессор;

5 - испаритель;

6 - конденсатор;

7 - редуктор;

8 - ввод наружного воздуха; 9 - ввод воздуха из помещения  
- выход воздуха в помещение; 11 - сброс воздуха

# Схема системы отопления и охлаждения на основе комбинированного использования солнечной энергии и теплового насоса

## Особенности функционирования

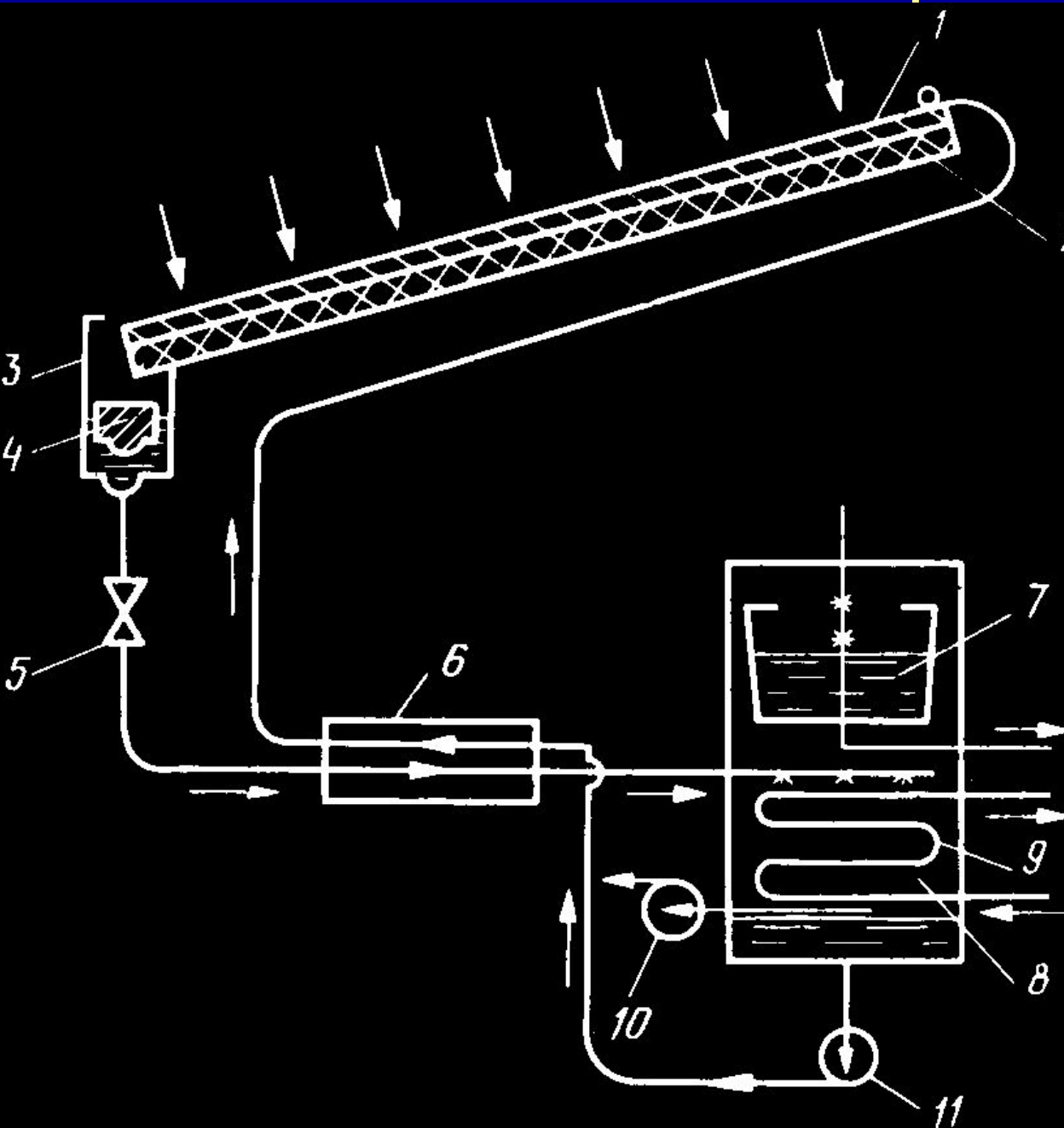
Для термотрансформации энергии применена компрессионная установка с электроприводом.

**Работа зимой** - в режиме **теплового насоса**

**Работа летом** - в режиме **холодильной машины**.

Теплоносителем как в контуре гелиоколлектора, так и для непосредственного нагрева либо охлаждения помещений служит **воздух**.

# Схема АХСУ открытого типа



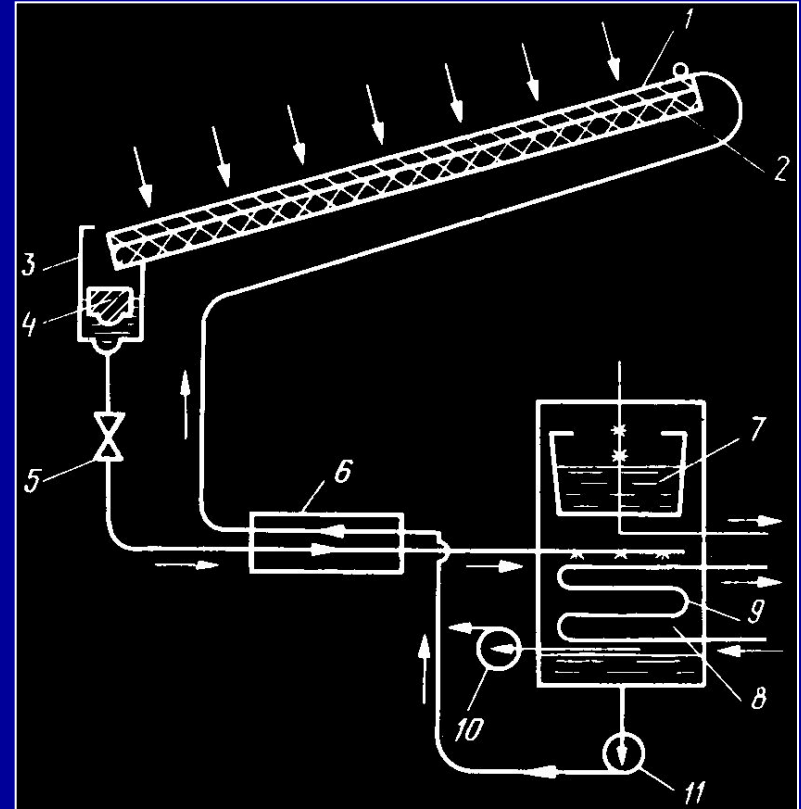
- 1 - регенератор;
- 2 - теплоизоляция;
- 3 - сливная емкость;
- 4 - поплавковый регулятор;
- 5 - вентиль;
- 6 - теплообменник;
- 7 - испаритель;
- 8 - абсорбер;
- 9 - теплообменник абсорбера;
- 10 - вакуум-насос;
- 11 - насос перекачки раствора

# Абсорбционная солнечная холодильная установка (АХСУ) открытого типа

## Основные элементы

испаритель,  
абсорбер  
регенератор

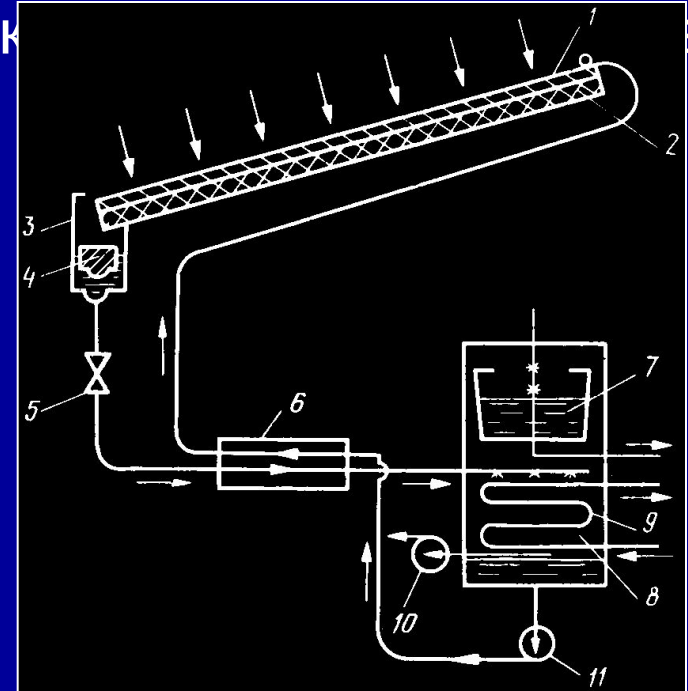
//регенератор (десорбер) представляет собой открытую наклонную плоскость, принимающую солнечное излучение//.



# Принцип работы АХСУ:

**В**одный раствор бромистого лития подается в регенератор, в котором нагревается до  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

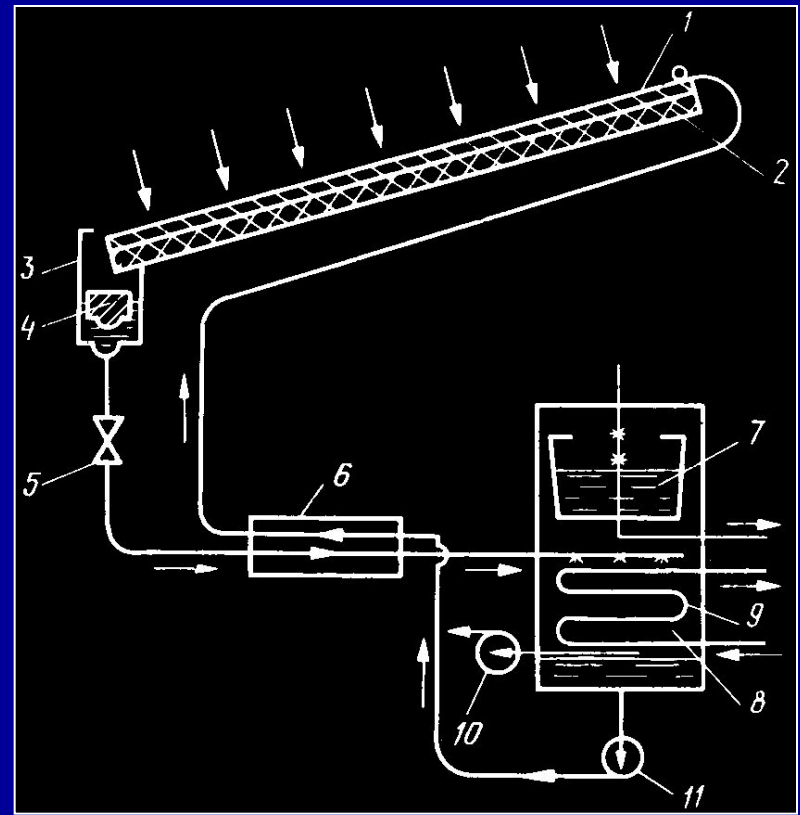
**З**а счет испарения воды повышается к



**К**репкий раствор подается в абсорбер, где он поглощает водяные пары, выделяющиеся в испарителе.

При этом вода в испарителе охлаждается до  $5 \dots 15\text{ }^{\circ}\text{C}$  и подается потребителю холода.

# Принцип работы АХСУ:



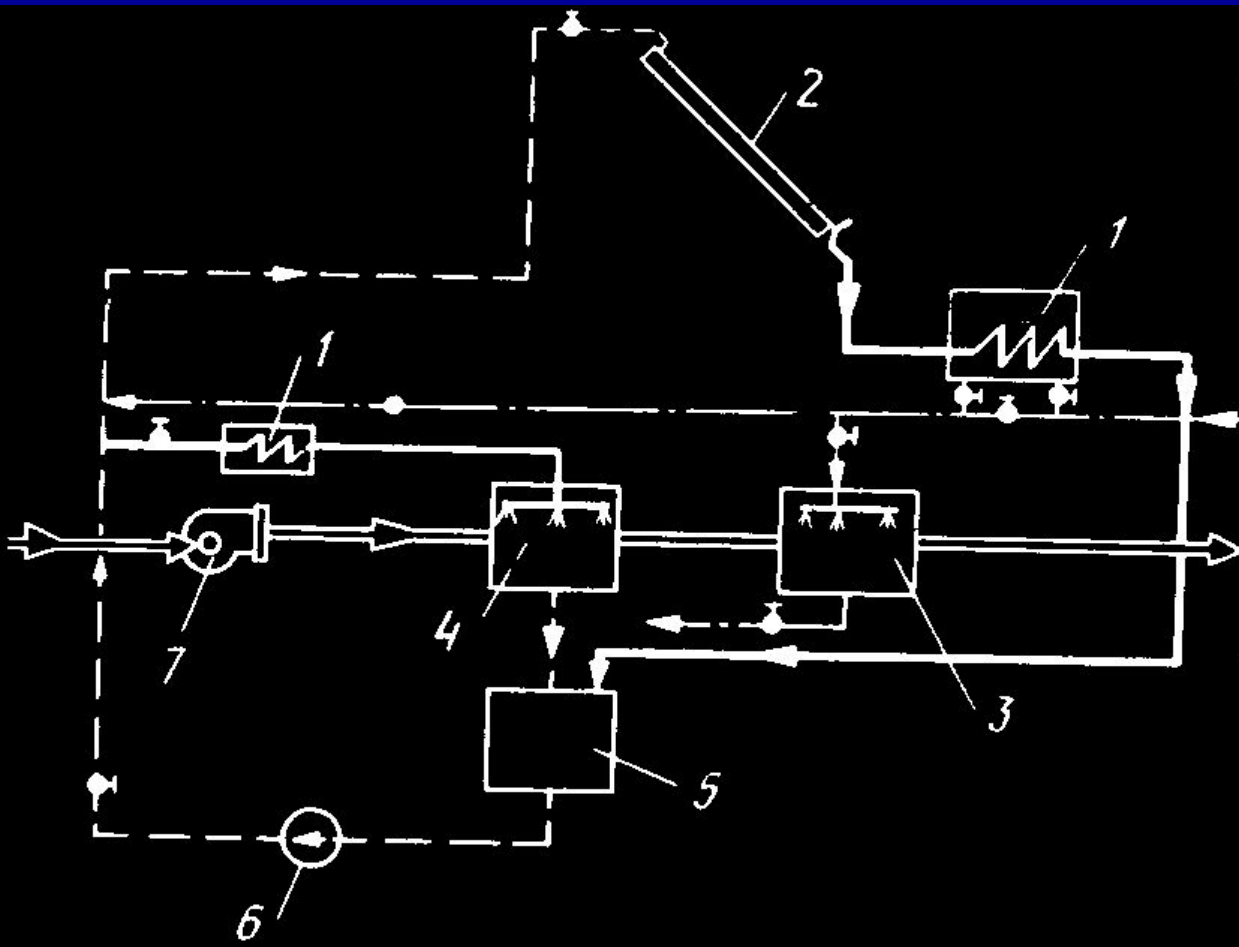
**Т**еплота абсорбции отводится охлаждающей водой, протекающей по трубам абсорбера, а воздух, выделившийся в абсорбере из солевого раствора, удаляется вакуум-насосом.

**В** испарителе-абсорбере поддерживается остаточное давление 800 ... 1000 Па.

# Недостатки АХСУ открытого типа

- засорение раствора бромистого лития, а также возможность смыва его дождями.
- наличие аппаратов с вакуумом, что значительно усложняет их эксплуатацию.

# Схема солнечной установки для охлаждения воздуха



1 - теплообменник;

2 - регенератор;

3 - камера  
адиабатического  
охлаждения;

4- камера  
осушения;

5 - бак с раствором  
абсорбера;

6 - насос;

7 - вентилятор



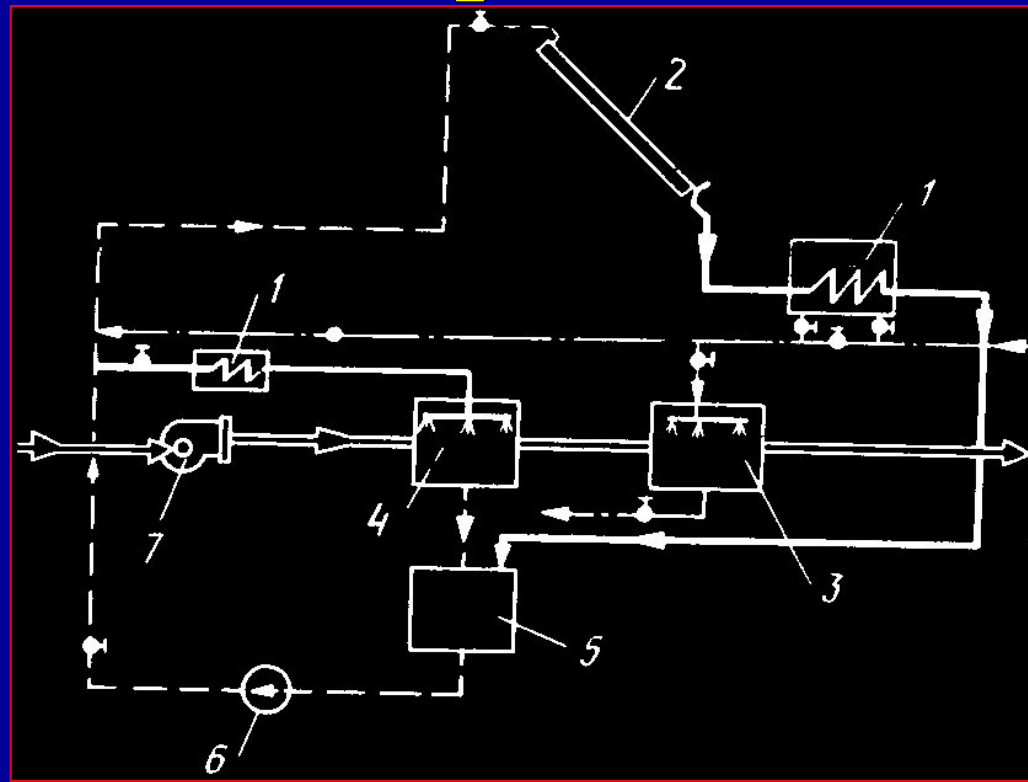
# Схема солнечной установки для охлаждения воздуха

## Особенности функционирования

Разбавленный раствор абсорбента подается в регенератор открытого или застекленного типа, где нагревается.

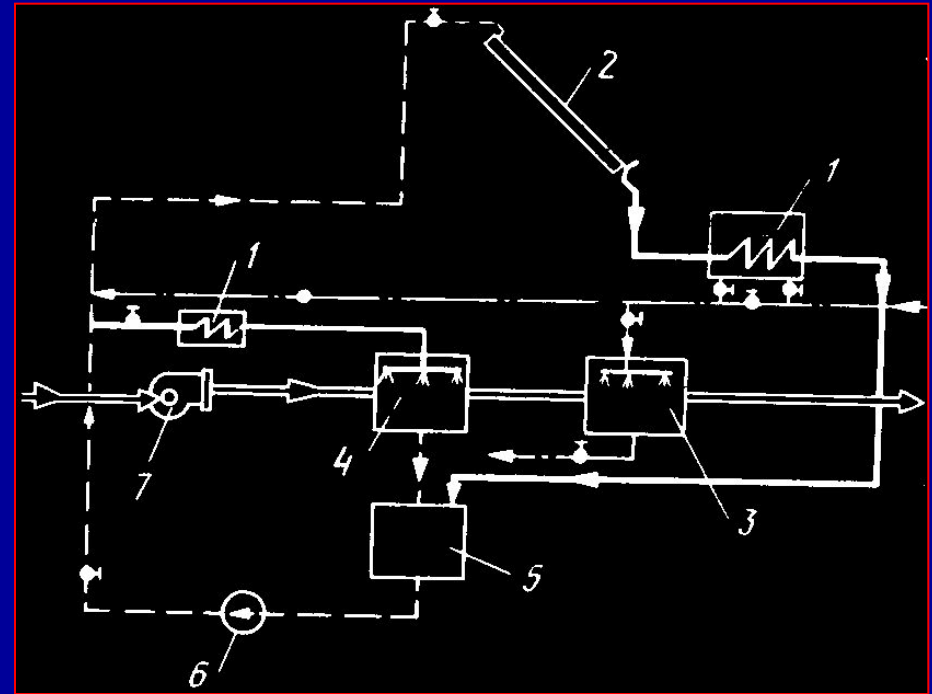
При этом за счет испарения повышается его концентрация.

Нагретый концентрированный раствор после регенератора охлаждается в теплообменнике водой из градирни.



# Схема солнечной установки для охлаждения воздуха

## Особенности функционирования



Наружный воздух, поступающий с помощью насоса в контактную камеру, обрабатывается концентрированным раствором абсорбента (хлористого лития) и осушается.

Затем осушенный воздух поступает во вторую контактную камеру, где адиабатически увлажняется и охлаждается.



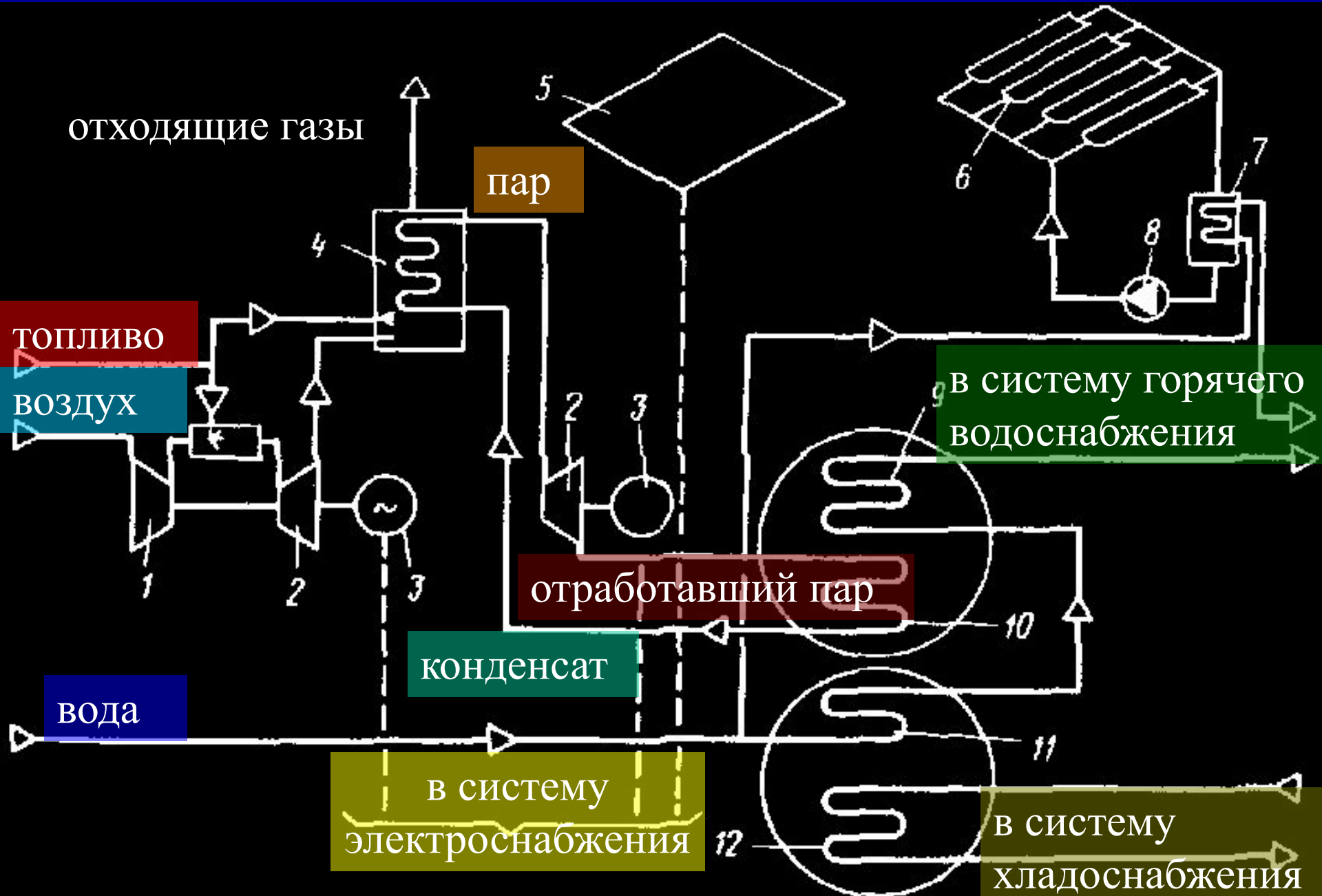
## Комбинированная схема "Рида Крик"

### Особенности схемы

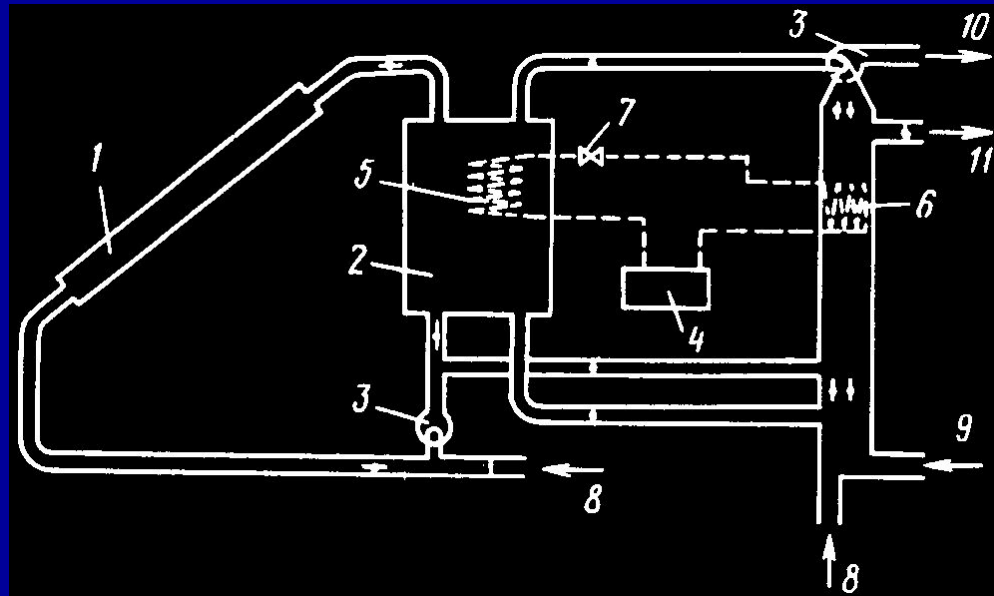
Высокая эффективность работы тепло- и хладоснабжающих систем достигается при комплексом использовании различных возобновляемых источников энергии в сочетании с прогрессивными термодинамическими циклами при производстве электроэнергии, тепла и холода.

Примером современной теплоэнергетической установки подобного типа может служить схема энергоснабжения фирмы "Рида Крик" предприятий и павильонов в парке "Мир Уолта Диснея" во Флориде.

# Комбинированная схема "Рида Крик"



# Солнечный коллектор



## Солнечный коллектор

(гелиоколлектор) - основной элемент любой установки, в котором солнечное излучение преобразуется в тепловую энергию.

# Классификация солнечных коллекторов (СК)

## По виду поглотителя тепла:

- проточные СК
- СК с тепловым аккумулятором.

## По виду теплоносителя:

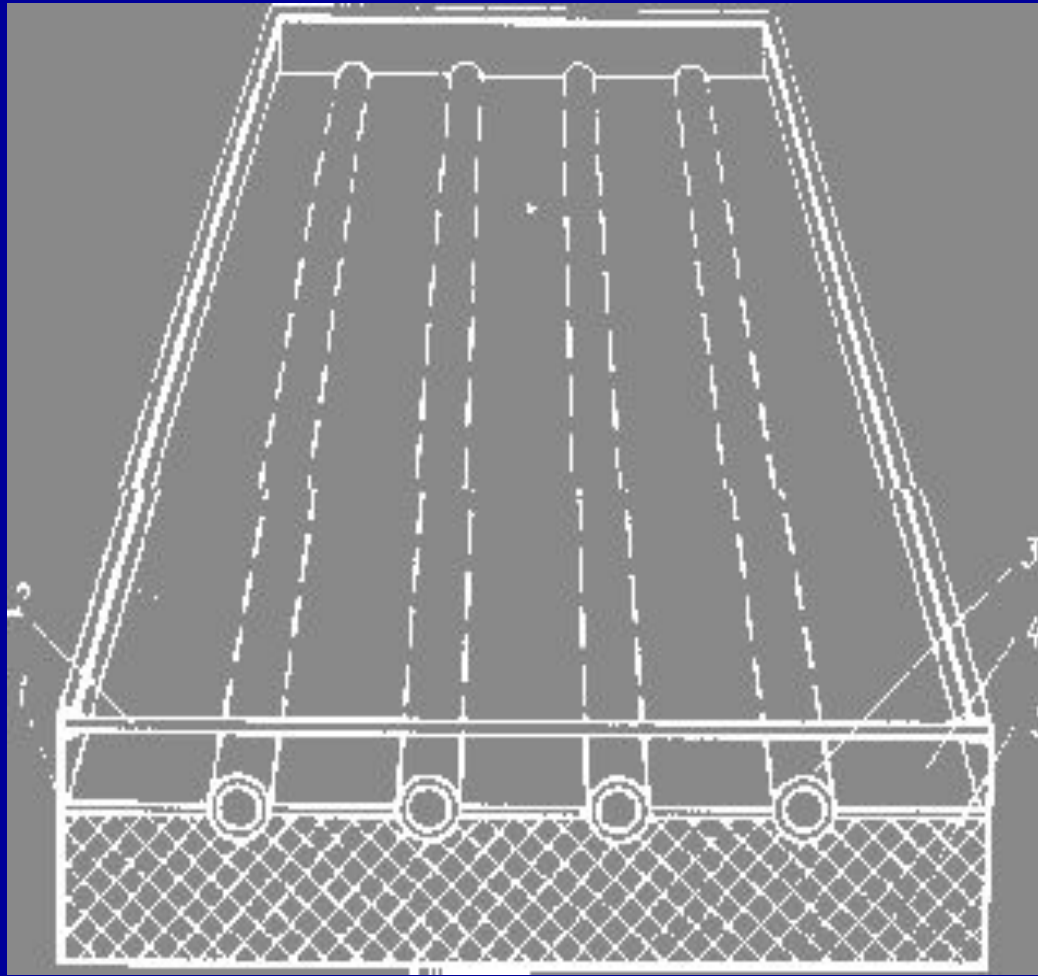
- жидкостные,
- воздушные.

## По режиму работы:

- низкотемпературные (до 100 °С),
- среднетемпературные (до 200 °С),
- высокотемпературные (до 3500 °С).

# Конструкции солнечных коллекторов

## Плоский коллектор



1 - корпус;

2 - прозрачная  
изоляция;

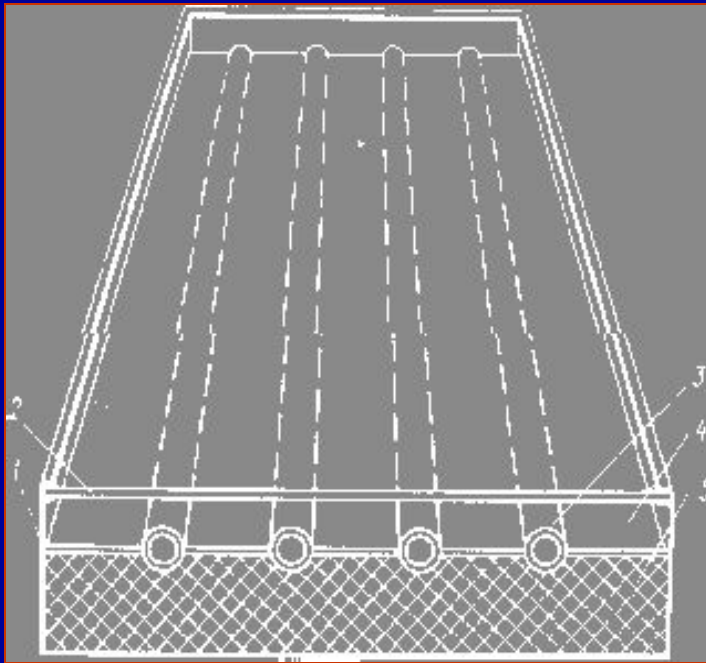
3 - каналы для  
теплоносителя;

4 - поглощающая  
панель;

5 - тепловая  
изоляция



# Плоский коллектор



Солнечный  
коллектор с

## Flat-plate solar collector

панелью плоской  
конфигурации и  
плоской прозрачной  
изоляцией

ГОСТ Р 51594-2000

**Поглощающая панель** -  
элемент СК, в котором  
происходит поглощение  
солнечной энергии и  
преобразование её в  
тепловую энергию

ГОСТ Р 51594-2000

**Absorber plate**

# Поглощающие панели плоских коллекторов

а)



б)



в)



г)



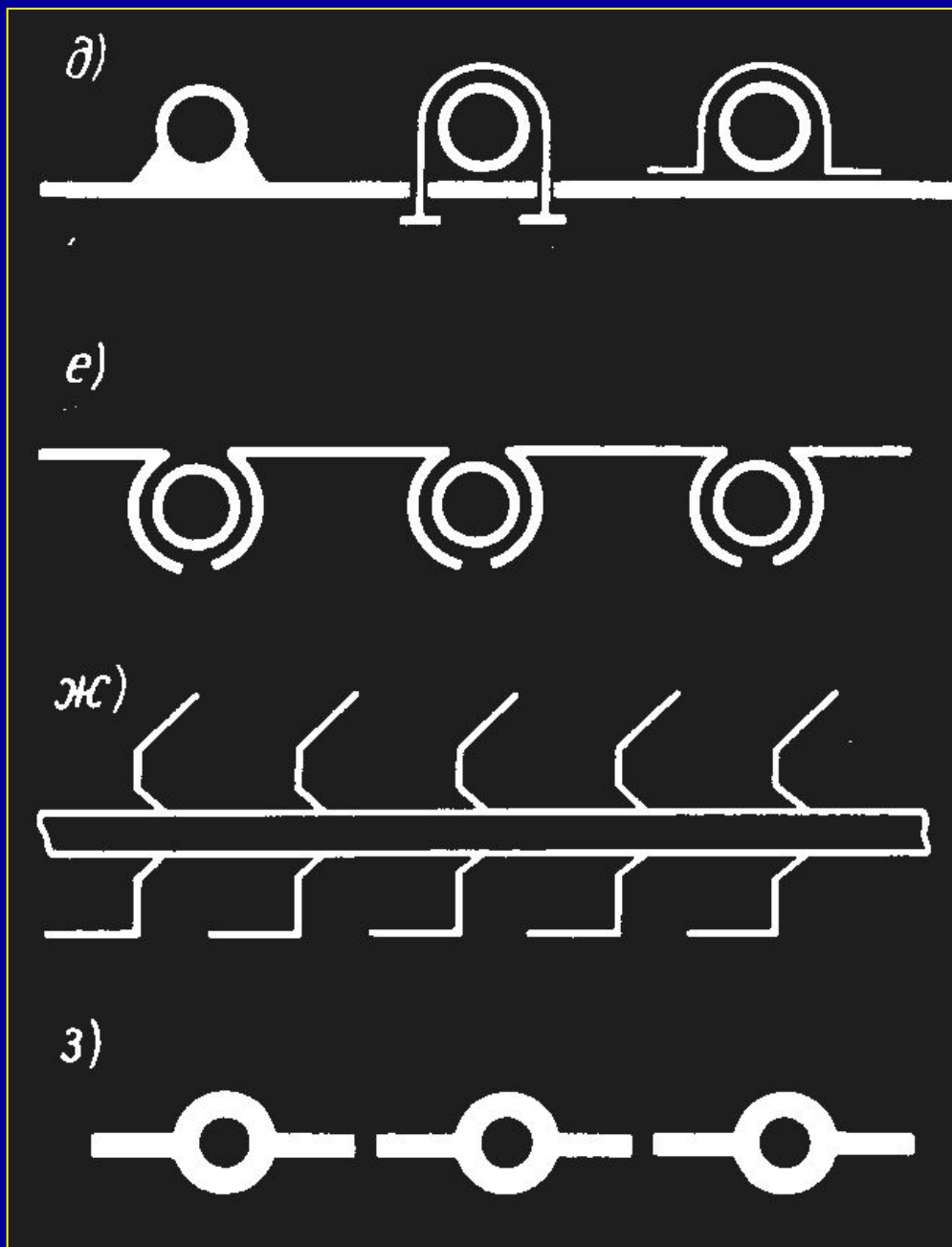
**а** - стандартный панельный отопительный радиатор;

**б** - панель из двух оцинкованных стальных листов - гофрированного и плоского;

**в** - прокатно-сварная алюминиевая панель;

**г** - регистр из труб с прикрепленным к ним листом;

# Поглощающие панели плоских коллекторов



**Д - способы соединения металлического листа и трубы;**

**Е - регистр из труб с распирающими металлическими пластинами;**

**Ж - регистр из труб с поперечными ребрами;**

**З - регистр из труб с продольными ребрами**

# Трубчатый вакуумированный коллектор

Эффективное уменьшение тепловых потерь может быть достигнуто при совместном применении селективного поглощающего покрытия на поверхности приемника и **глубокого вакуума в замкнутом пространстве**, содержащем приемник.

При вакуумировании внутреннего пространства оболочки до давления  $P=10^{-3}$  Па, перенос тепла конвекцией становится пренебрежимо малым и может не учитываться.

Создание и сохранение требуемого уровня вакуума в коллекторах плоского типа технически затруднено.

ПОЭТОМУ, в вакуумированных коллекторах в качестве оболочки применяют цилиндрические трубки из стекла.

Такие коллекторы называются **СТВК** (солнечный трубчатый вакуумированный коллектор).

# Трубчатый вакуумированный коллектор

Evacuated tube solar collector

**Солнечный коллектор, поглощающая панель которого находится в вакуумированном пространстве, ограниченном трубчатой прозрачной изоляцией**

**ГОСТ Р 51594-2000**

# Покрyтия солнечных теплогенераторов

## Черное поглощающее покрытие

**Black absorptive coating**

Покрyтие поглощающей панели, характеризующееся высокой поглощающей способностью относительно солнечного излучения и **высокой степенью черноты**

## Селективное поглощающее покрытие

**Selective absorptive coating**

Покрyтие поглощающей панели, характеризующееся высокой поглощающей способностью относительно солнечного излучения и **низкой степенью черноты** при рабочих температурах

# Покрытия солнечных теплогенераторов

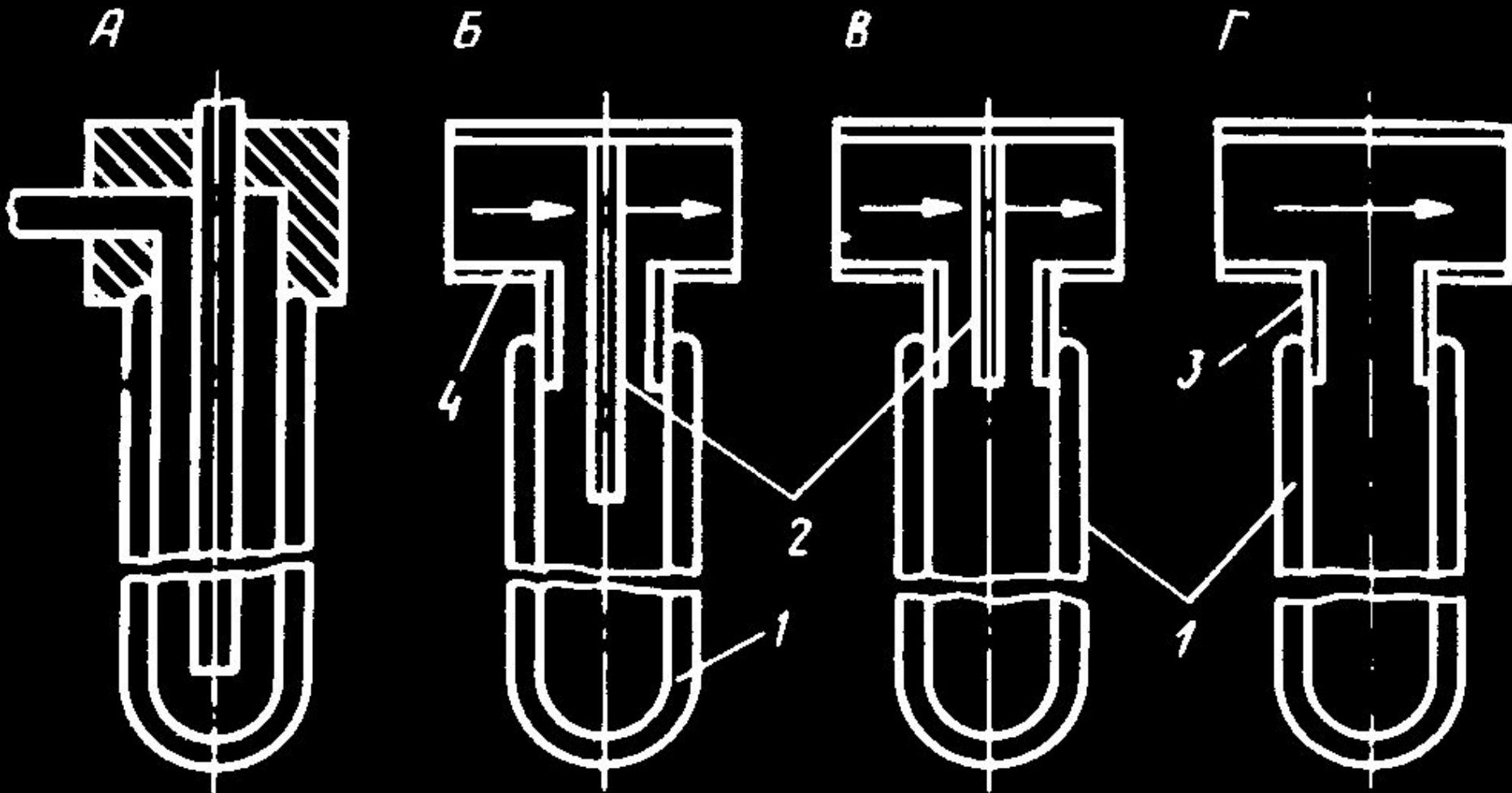
Теплоотражающее покрытие

**Heat reflected coating**

**Покрытие, прозрачное в области солнечного спектра  
и отражающее в области инфракрасного спектра**

# Варианты отвода теплоты от СТВК

## I. Сосуд Дьюара (теплоноситель в стекле)



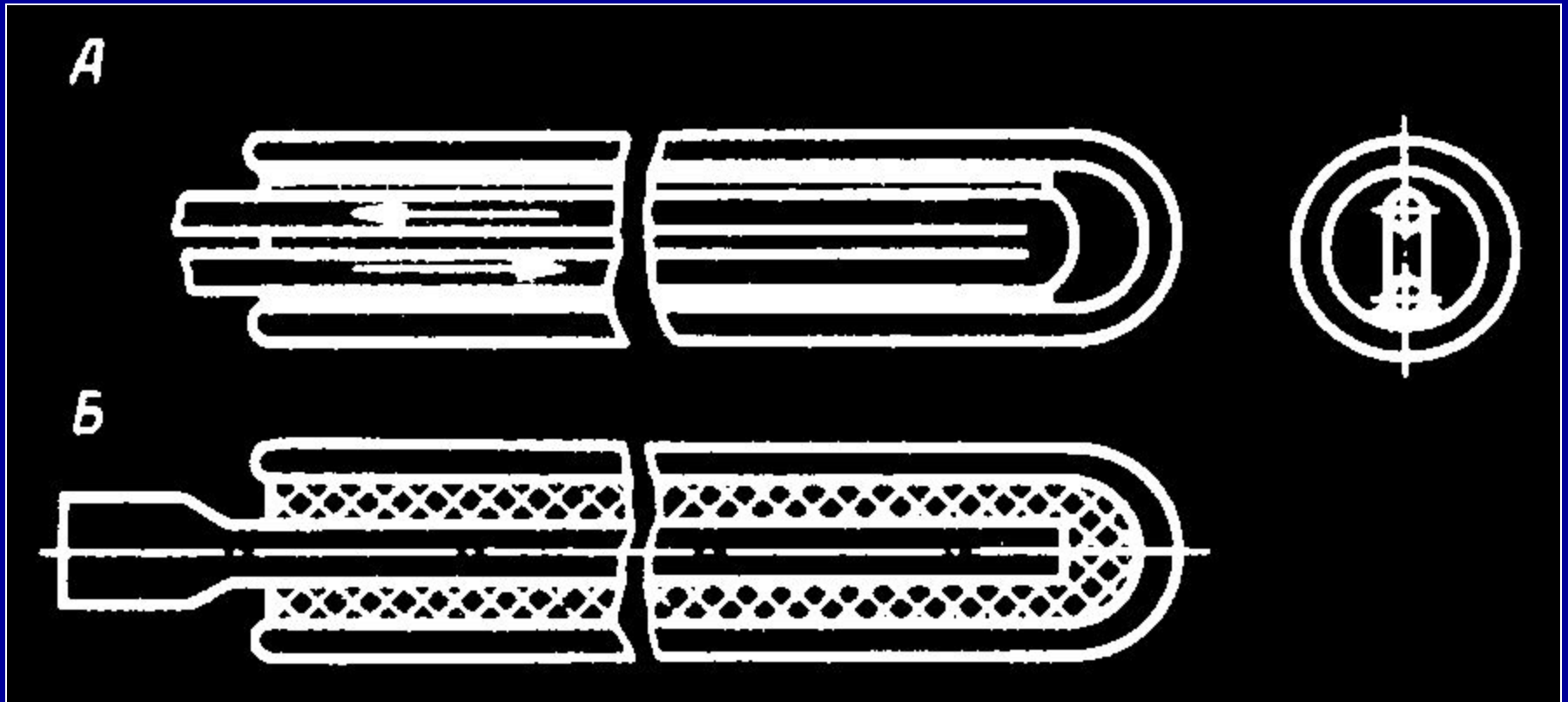
А - "Оуэнс  
Иллинойс";

Б, В, Г - разработки Сиднейского  
университета; 1 - колба; 2 - перегородка;  
3 - муфта; 4 - гидравлический коллектор



# Варианты отвода теплоты от СТВК

## II. Сосуд Дьюара (теплоноситель в металлическом устройстве)



А - цилиндрическое ребро;

Б - тепловая труба в теплопроводной пасте;

# Варианты отвода теплоты от СТВК

## III. Спай металл-стекло



А - U-образная труба;



Б - труба в трубе;



В - тепловая труба;

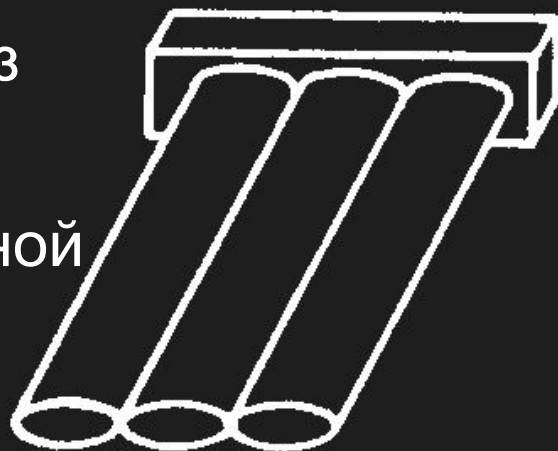


Г - прямоток, спай с двух торцов

# Типы поглотителей проточных коллекторов

а)

а - панельный из  
пластмассы;

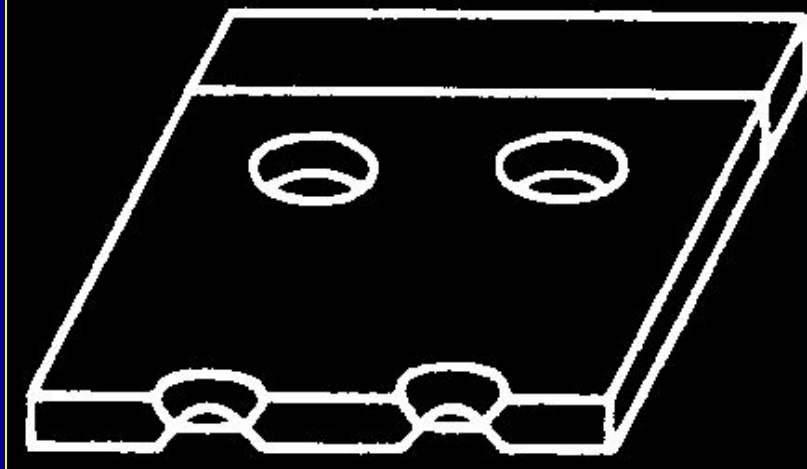


б)

б - штампосварной  
панельный с  
каналами;

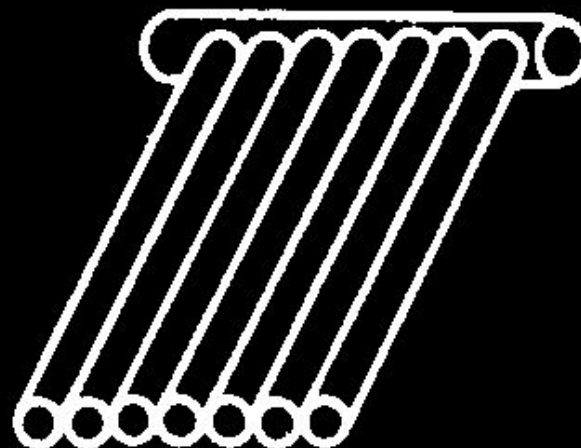


в)



в - штампосварной  
панельный;

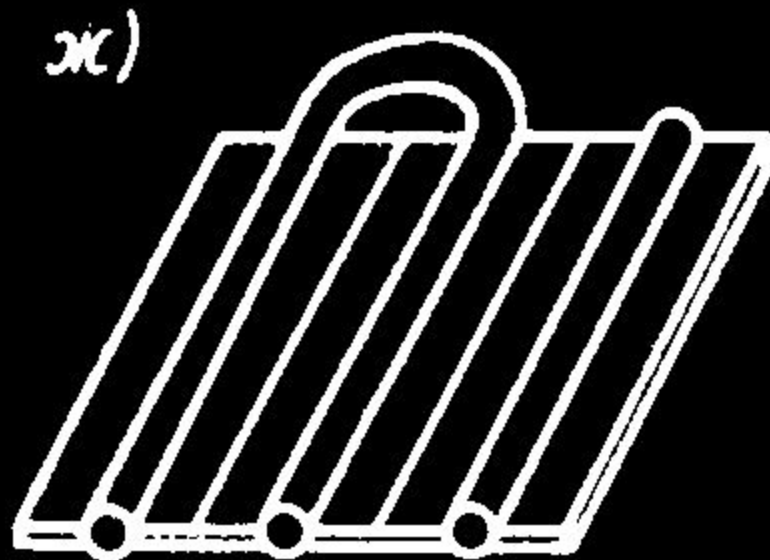
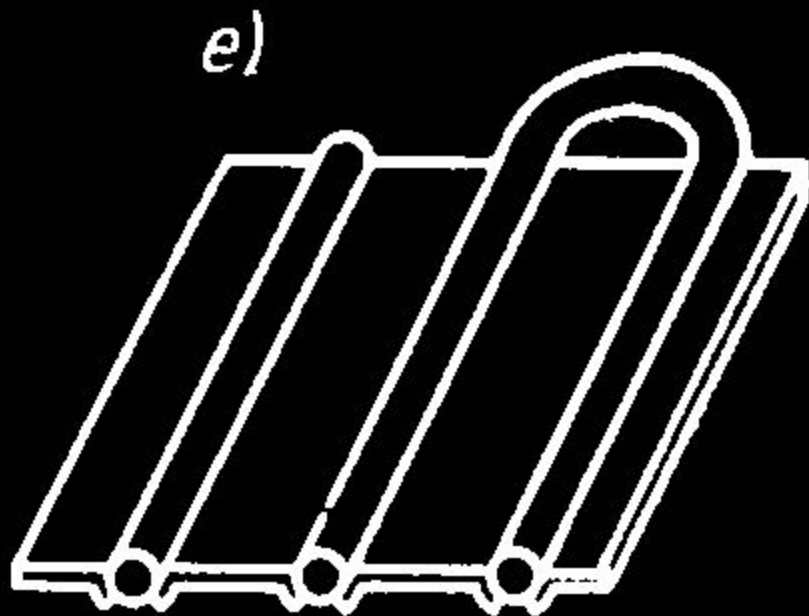
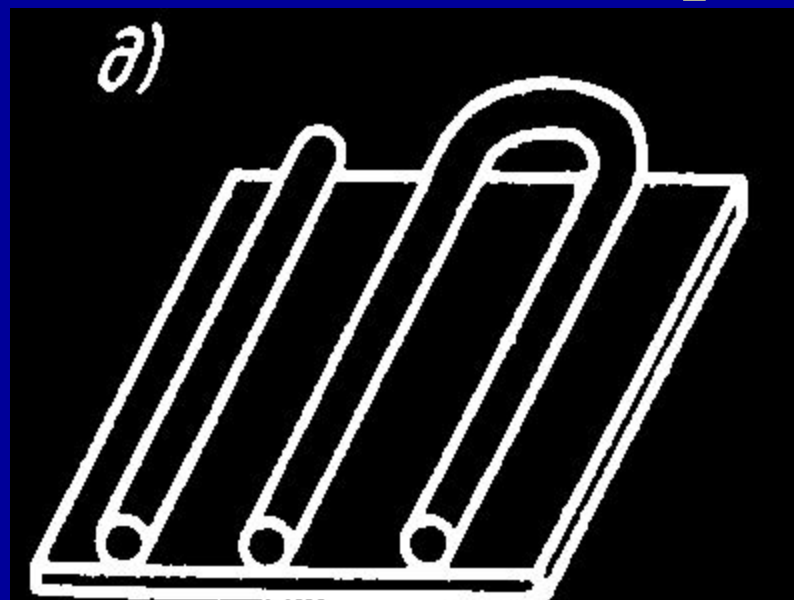
г)



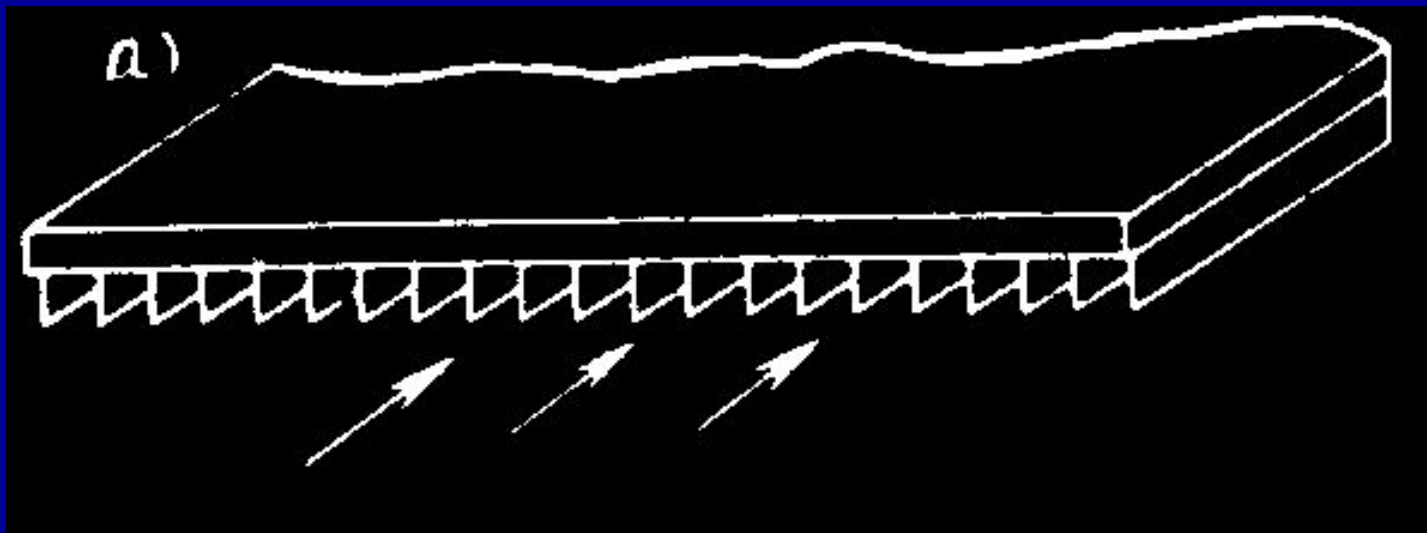
г - трубчатый;

# Типы поглотителей проточных коллекторов

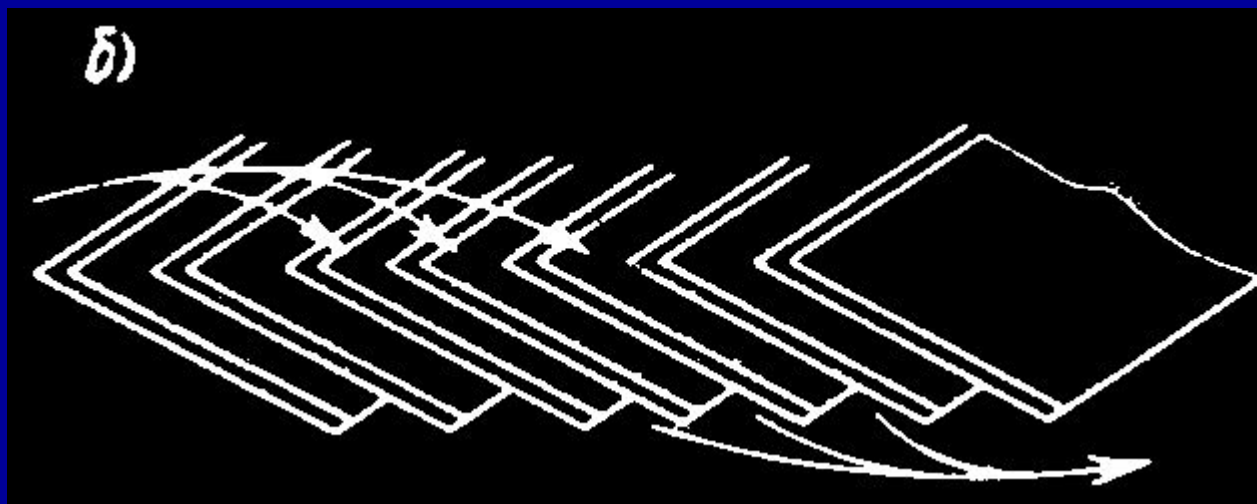
д - листотрубный;  
е - трубчатый с  
поглощающими  
вставками;  
ж - трубчатый с  
продольными  
ребрами



# Типы поглотителей воздушных коллекторов

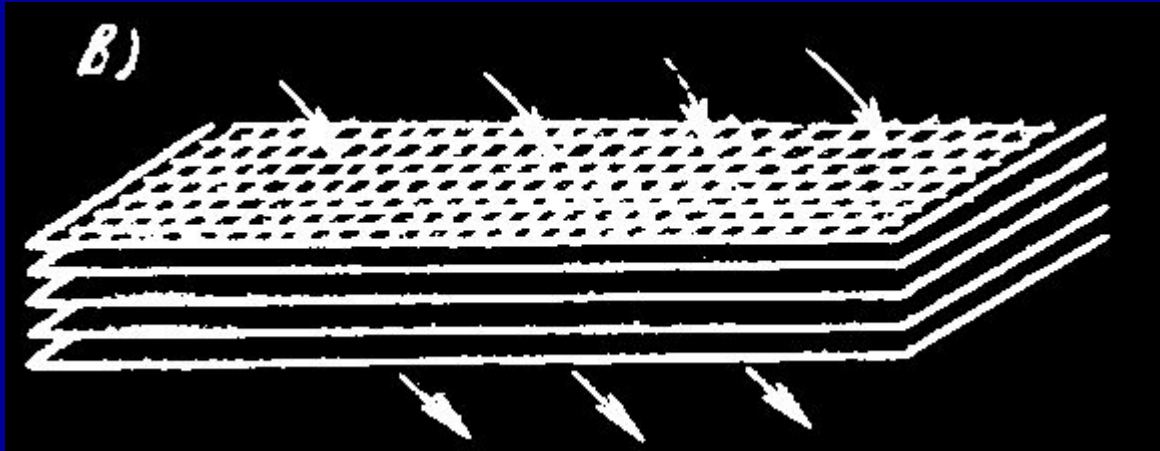


а - плоский с ребрами;



б - из наклонных прозрачных пластин;

# Типы поглотителей воздушных коллекторов

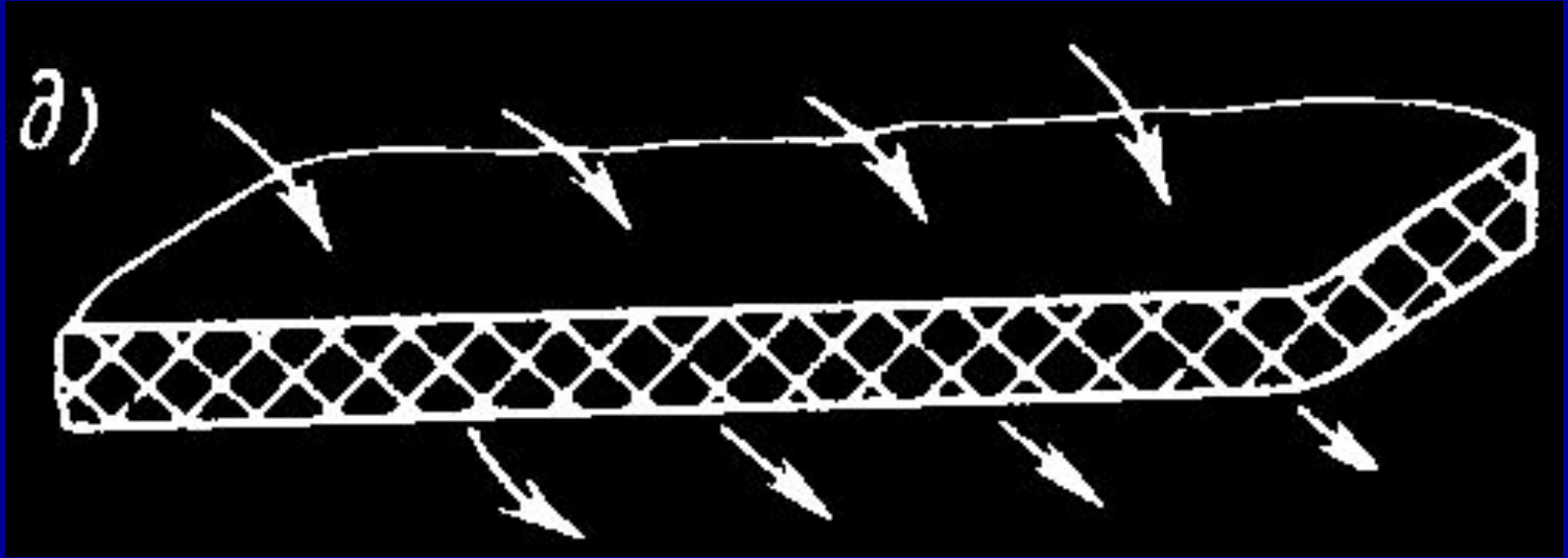


в - сетчатый многослойный;



г - V-образный;

# Типы поглотителей воздушных коллекторов



д - из пористого материала