

СИСТЕМЫ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛО- И ХЛАДО- СНАБЖЕНИЯ

copyright ©2002 Дмитрий Васильев steelgar@mail.ru

Руководитель: к.т.н.Велькин В.И. 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;

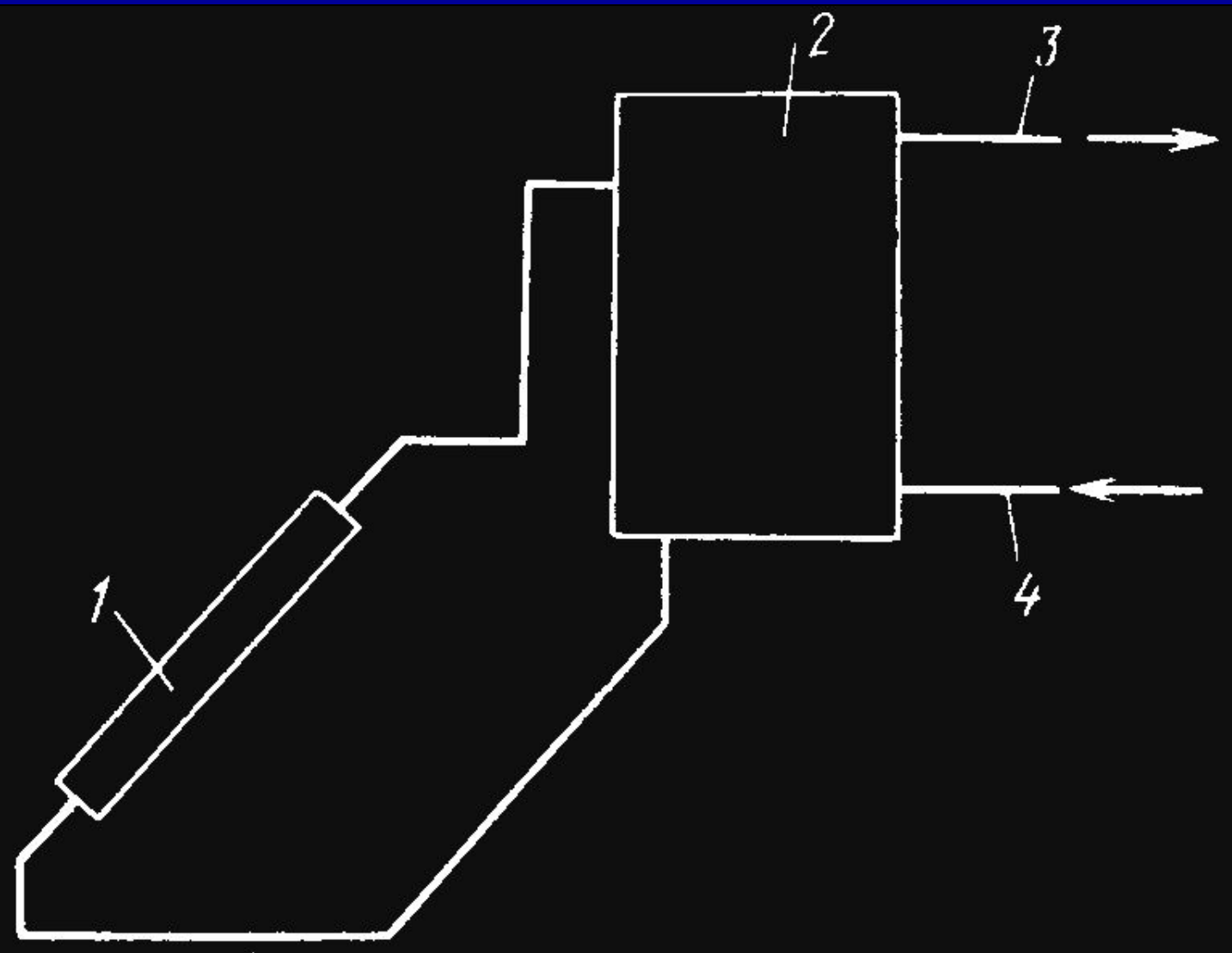
Число контуров: одно-, двух- и многоконтурные;

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



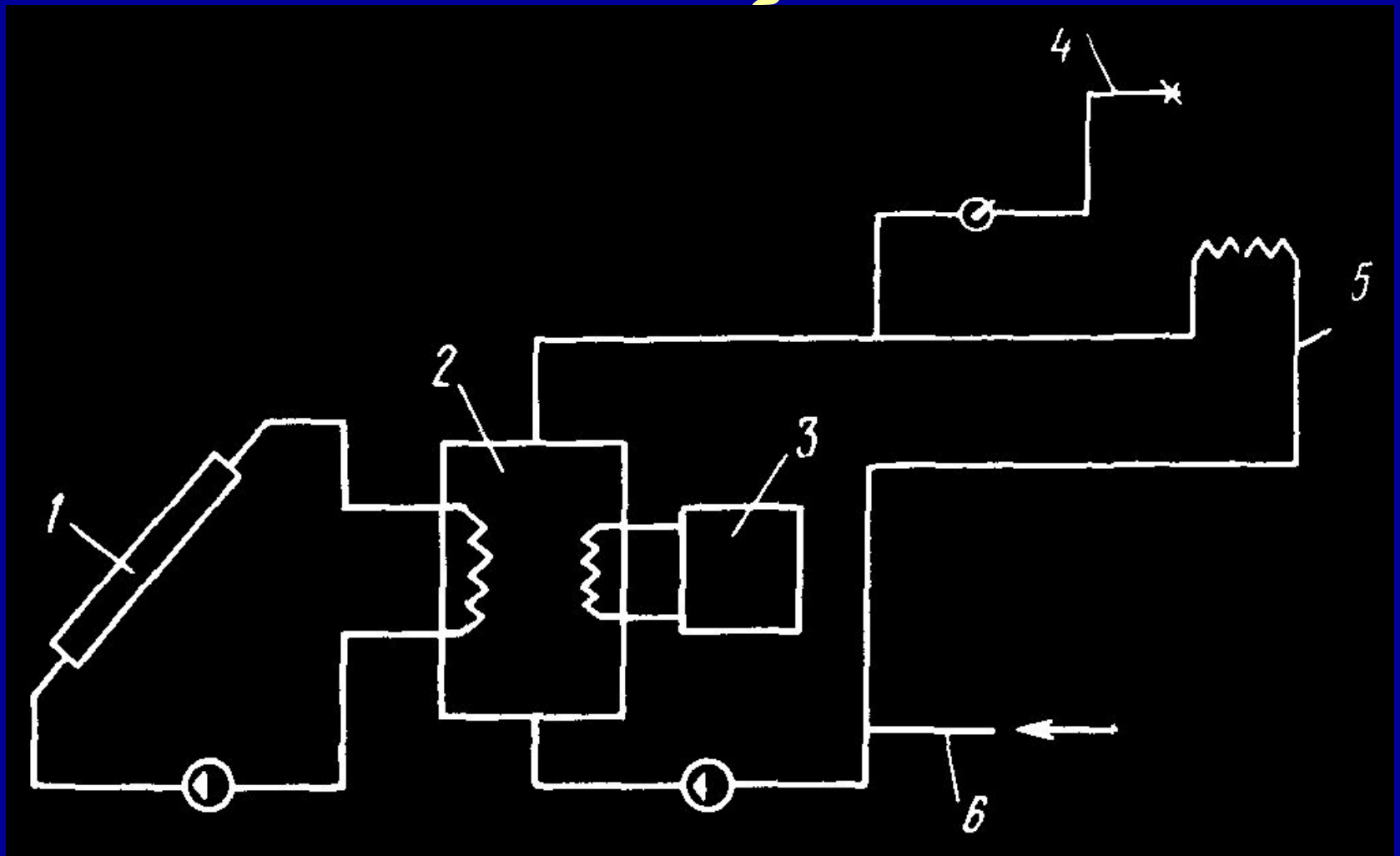
1 - солнечные коллектор;

2 - бак-аккумулятор;

3 - горячая вода к потребителю;

4 - холодная вода из водопроводной сети;

Двухконтурная схема солнечного

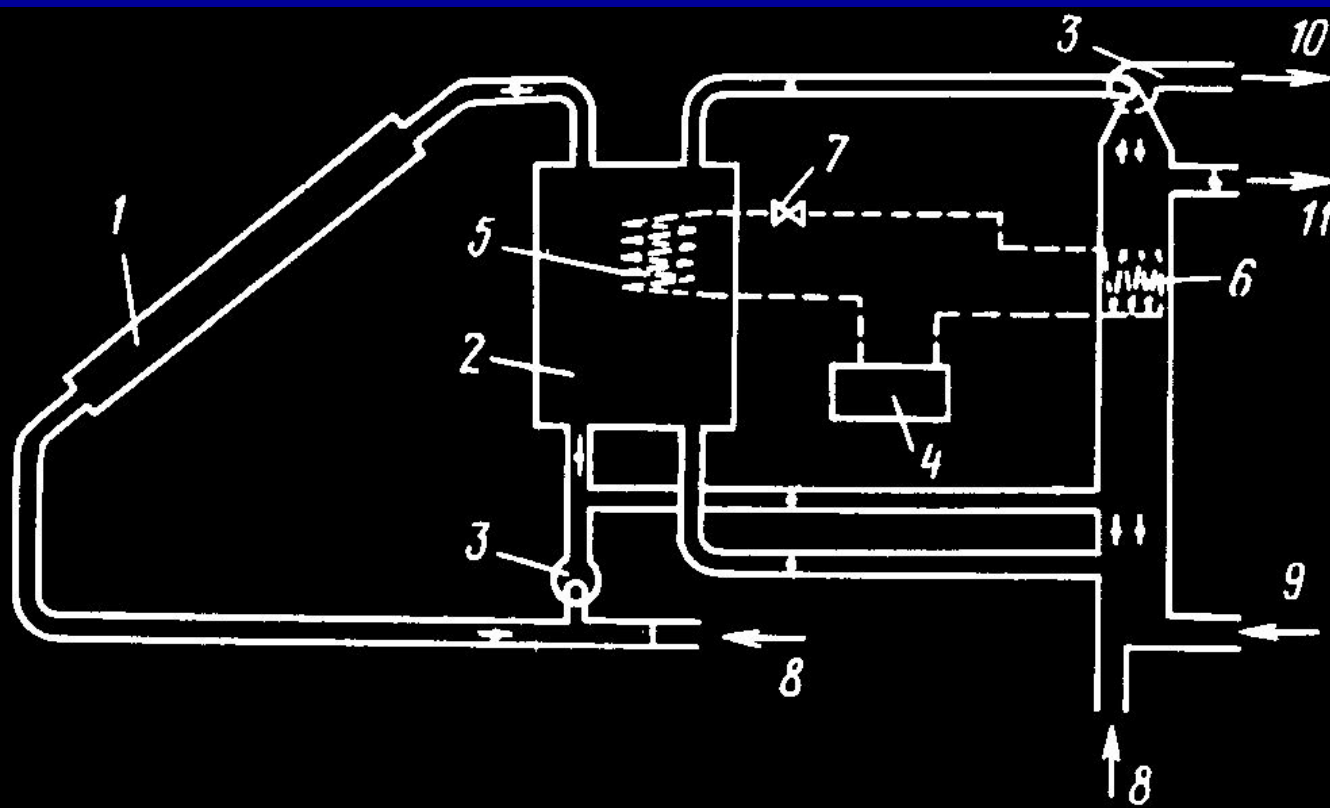


**1 - солнечные коллектор; 2 - бак-аккумулятор;
3 - дополнительный нагреватель; 4 - система горячего водоснабжения; 5 - система отопления; 6 - подпитка;**

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

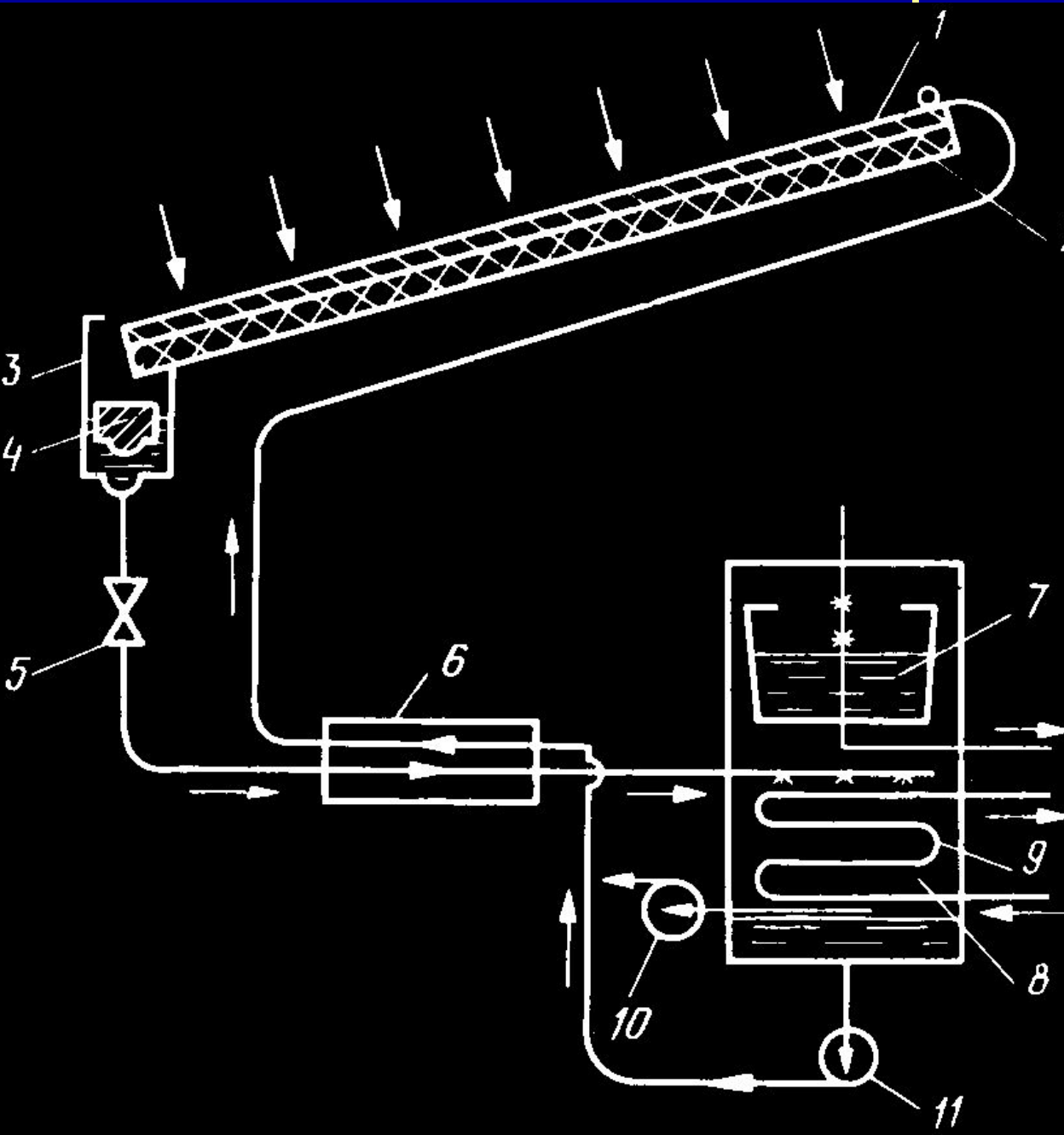
Для термотрансформации энергии применена компрессионная установка с электроприводом.

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



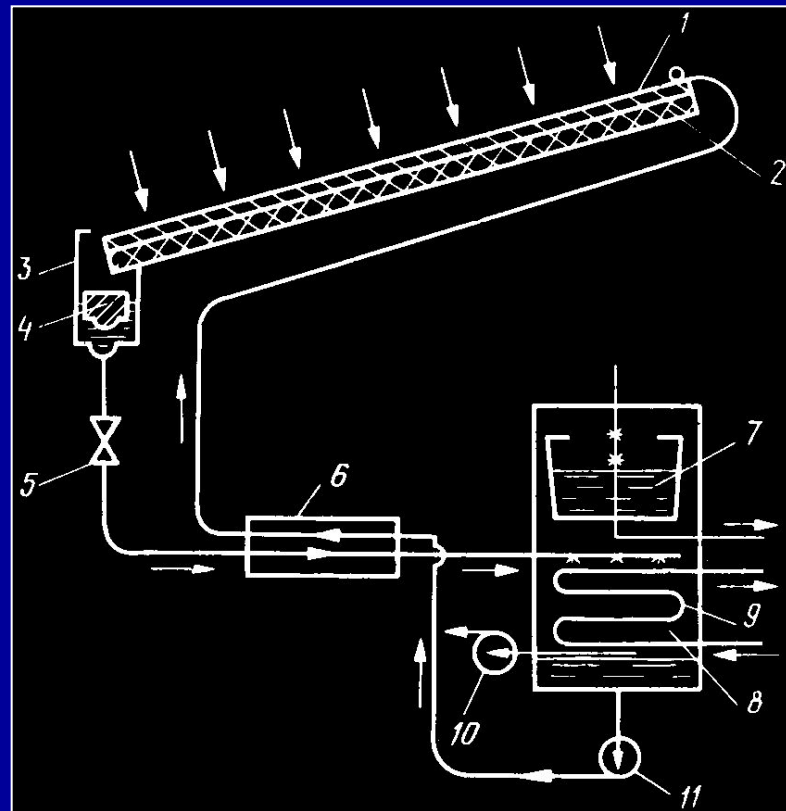
- 1 - регенератор;
- 2 - теплоизоляция;
- 3 - сливная емкость;
- 4 - поплавковый регулятор;
- 5 - вентиль;
- 6 - теплообменник;
- 7 - испаритель;
- 8 - абсорбер;
- 9 - теплообменник абсорбера;
- 10 - вакуум-насос;
- 11 - насос перекачки раствора

Абсорбционная солнечная холодильная установка (АХСУ) открытого типа

Основные элементы

испаритель,
абсорбер
регенератор

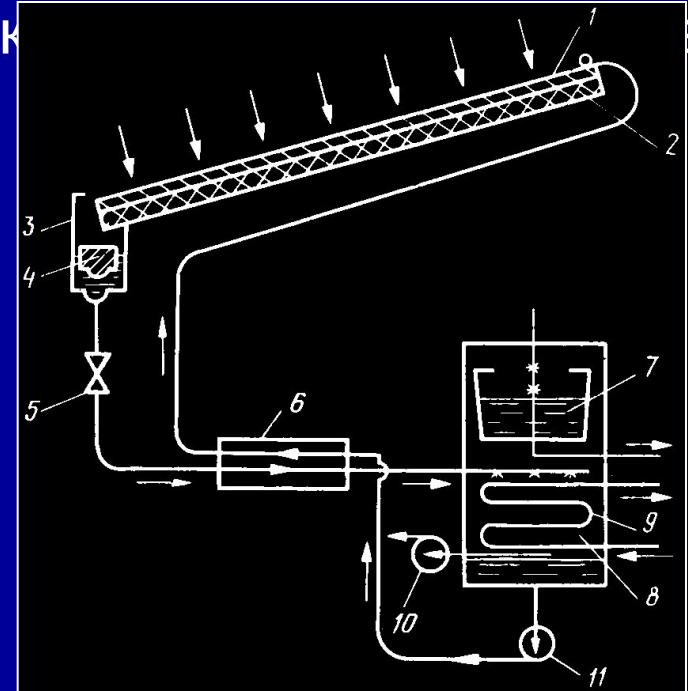
//регенератор (десорбер) представляет собой открытую наклонную плоскость, принимающую солнечное излучение//.



Принцип работы АХСУ:

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

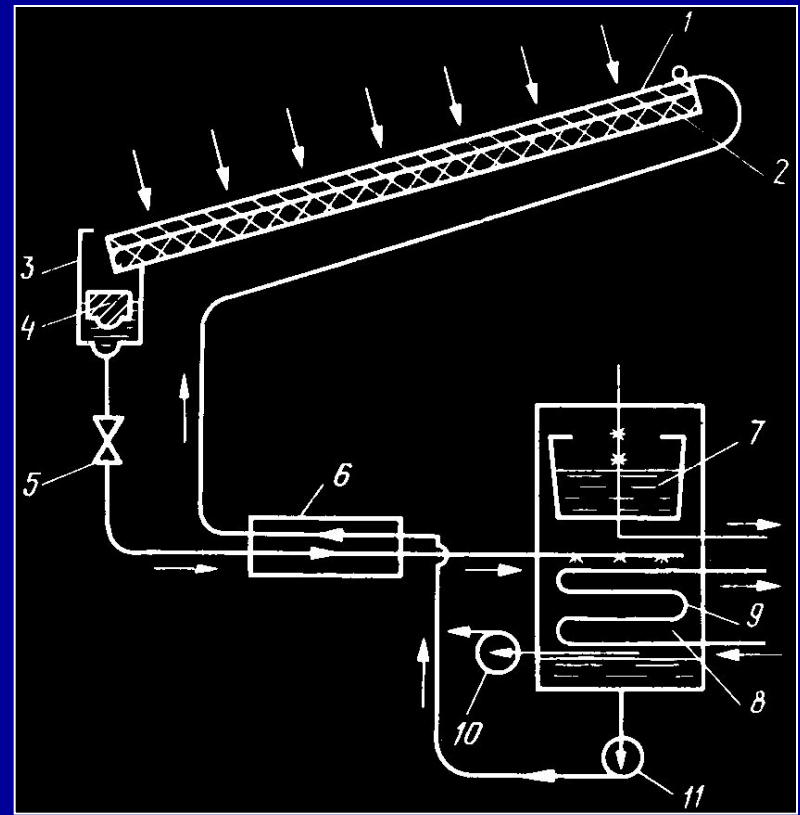
За счет испарения воды повышается к



Крепкий 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:



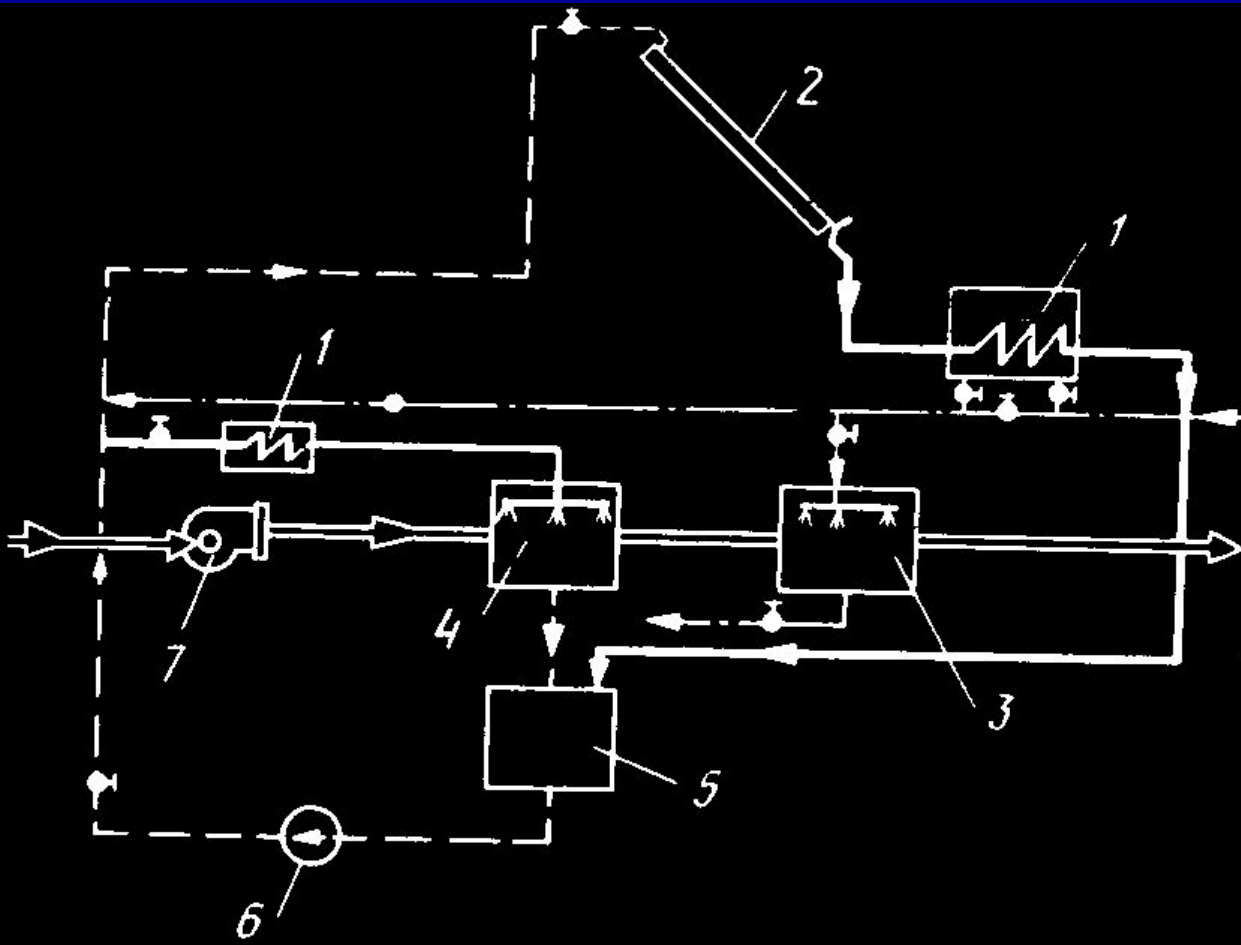
Теплота абсорбции отводится охлаждающей водой, протекающей по трубам абсорбера, а воздух, выделившийся в абсорбере из солевого раствора, удаляется вакуум-насосом.

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.

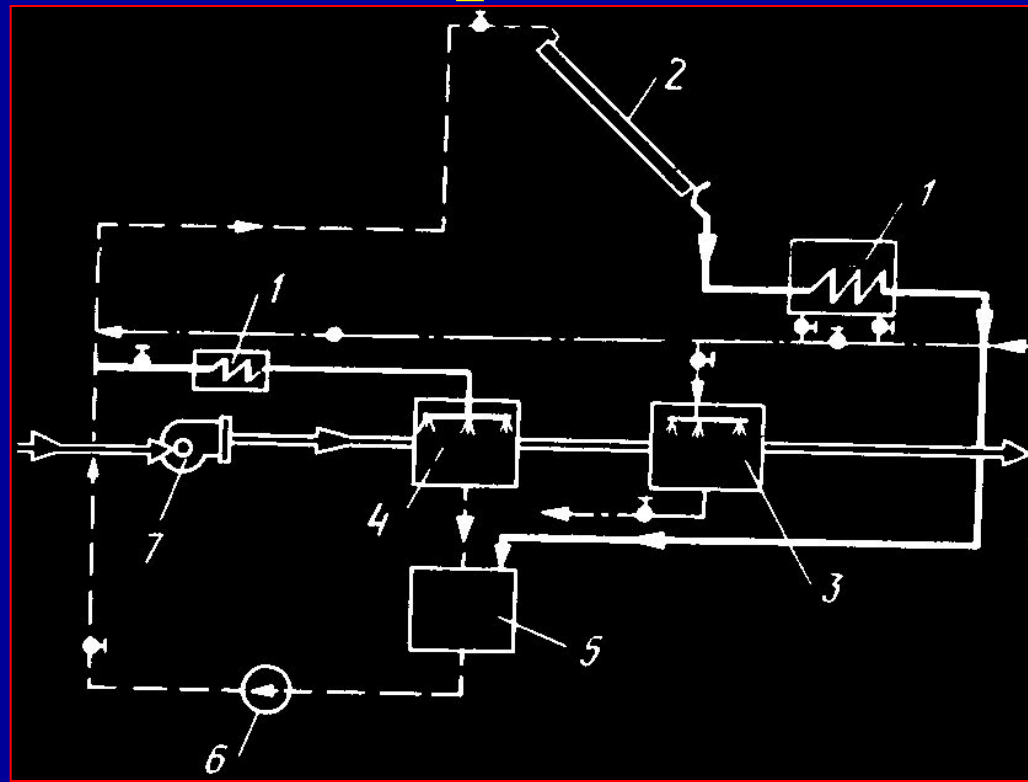
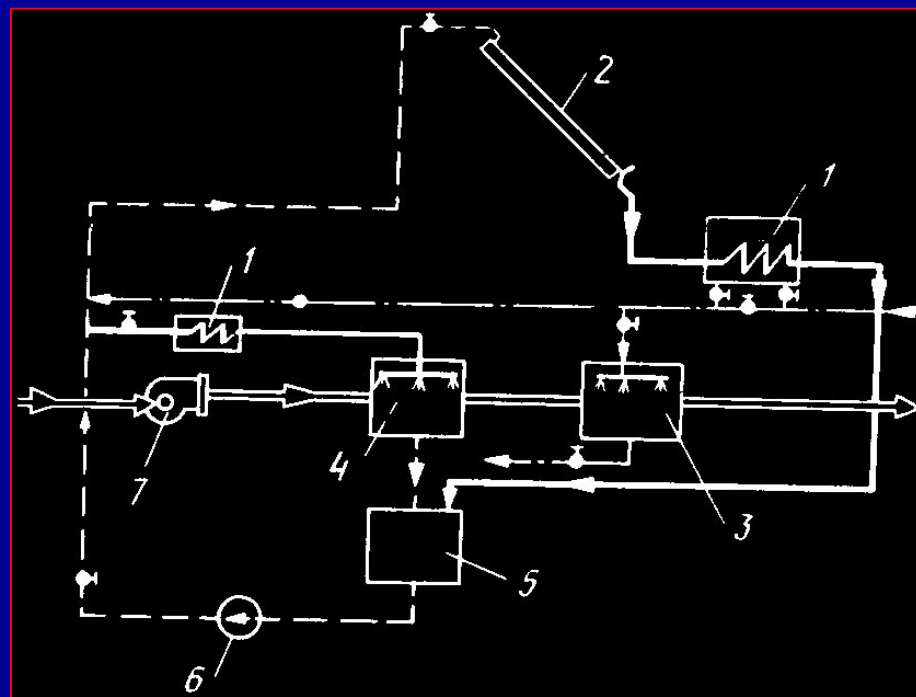


Схема солнечной установки для охлаждения воздуха

Особенности функционирования

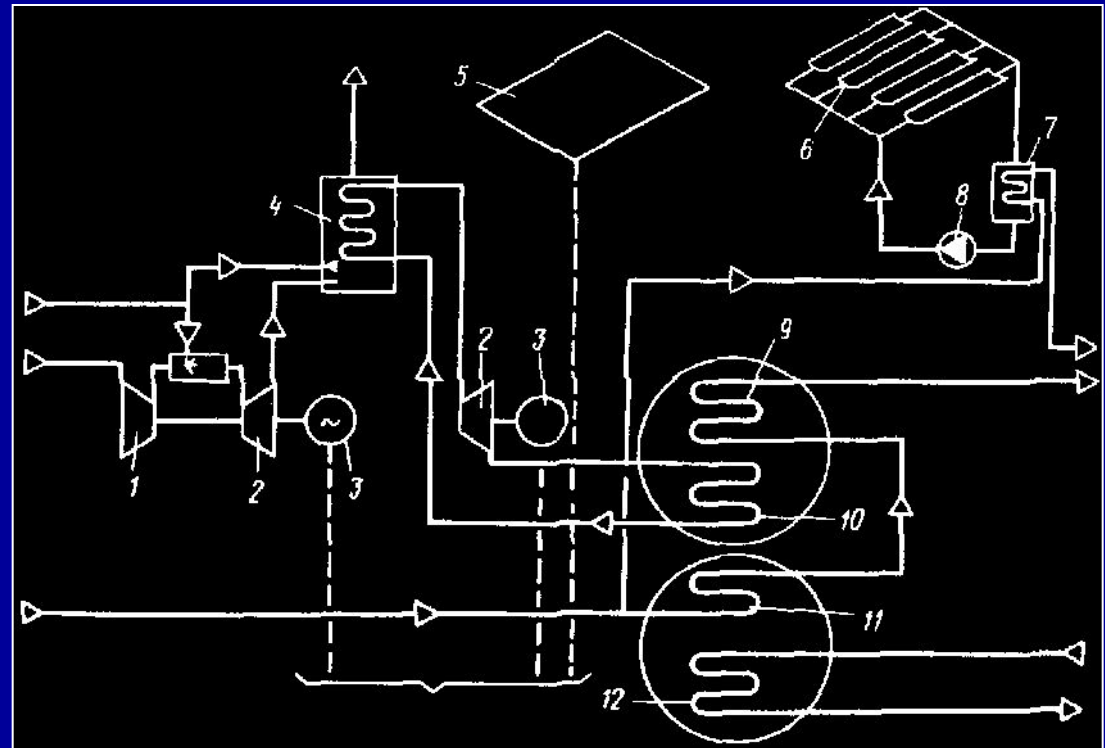


Наружный воздух, поступающий с помощью насоса в контактную камеру, обрабатывается концентрированным раствором абсорбента (хлористого лития) и осушается.

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

Комбинированная схема "Рида Крик"

1- компрессор; 2- турбина; 3- генератор; 4- котел-утилизатор;
5- солнечная батарея (фотоэлементы); 6- солнечный коллектор;
7- бак-аккумулятор с теплообменником; 8- насос; 9- конденсатор АБХМ;
10- генератор АБХМ; 11-абсорбер АБХМ; 12-испаритель АБХМ



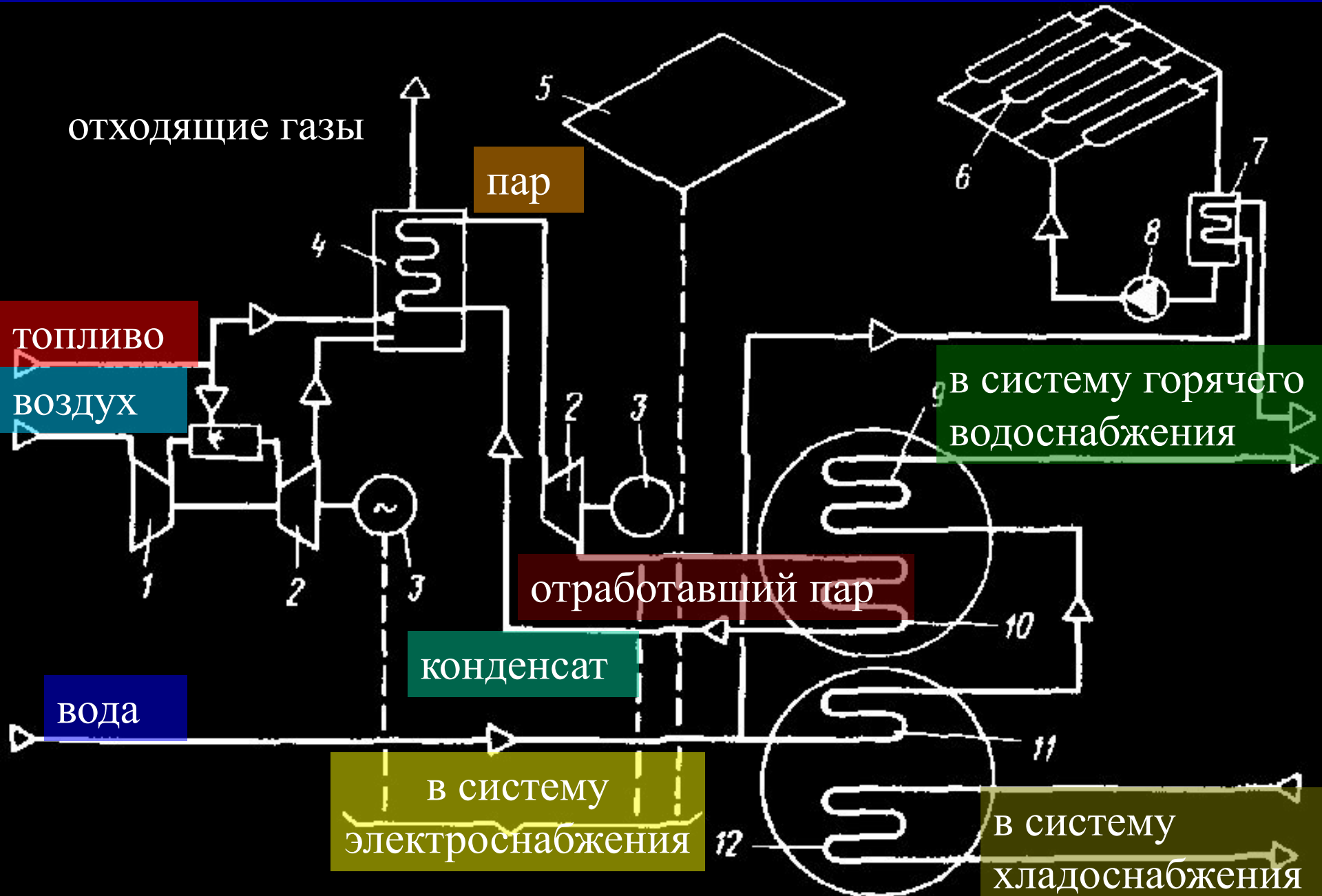
Комбинированная схема "Рида Крик"

Особенности схемы

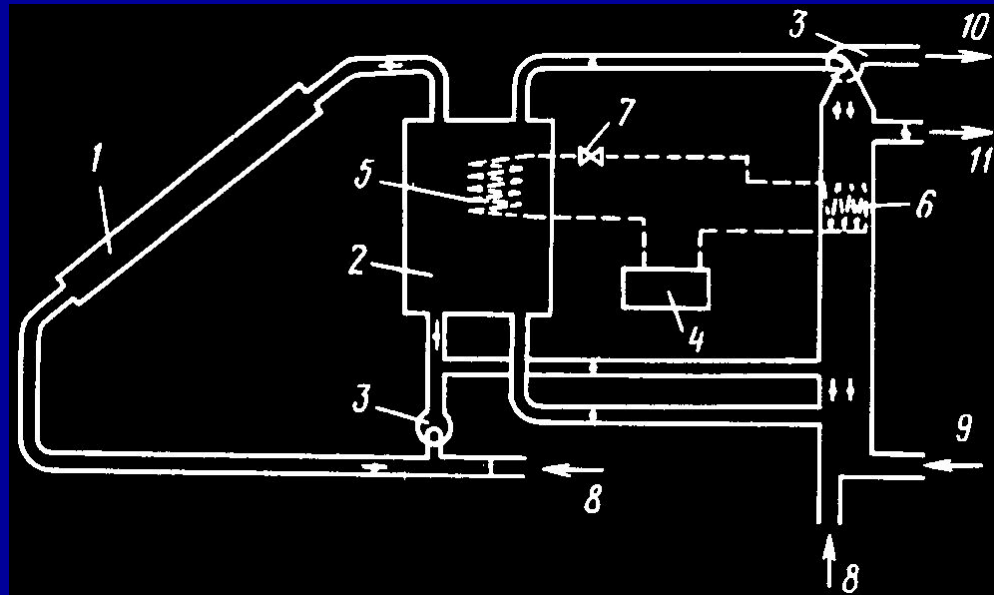
Высокая эффективность работы тепло- и хладоснабжающих систем достигается при комплексом использовании различных возобновляемых источников энергии в сочетании с прогрессивными термодинамическими циклами при производстве электроэнергии, тепла и холода.

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:

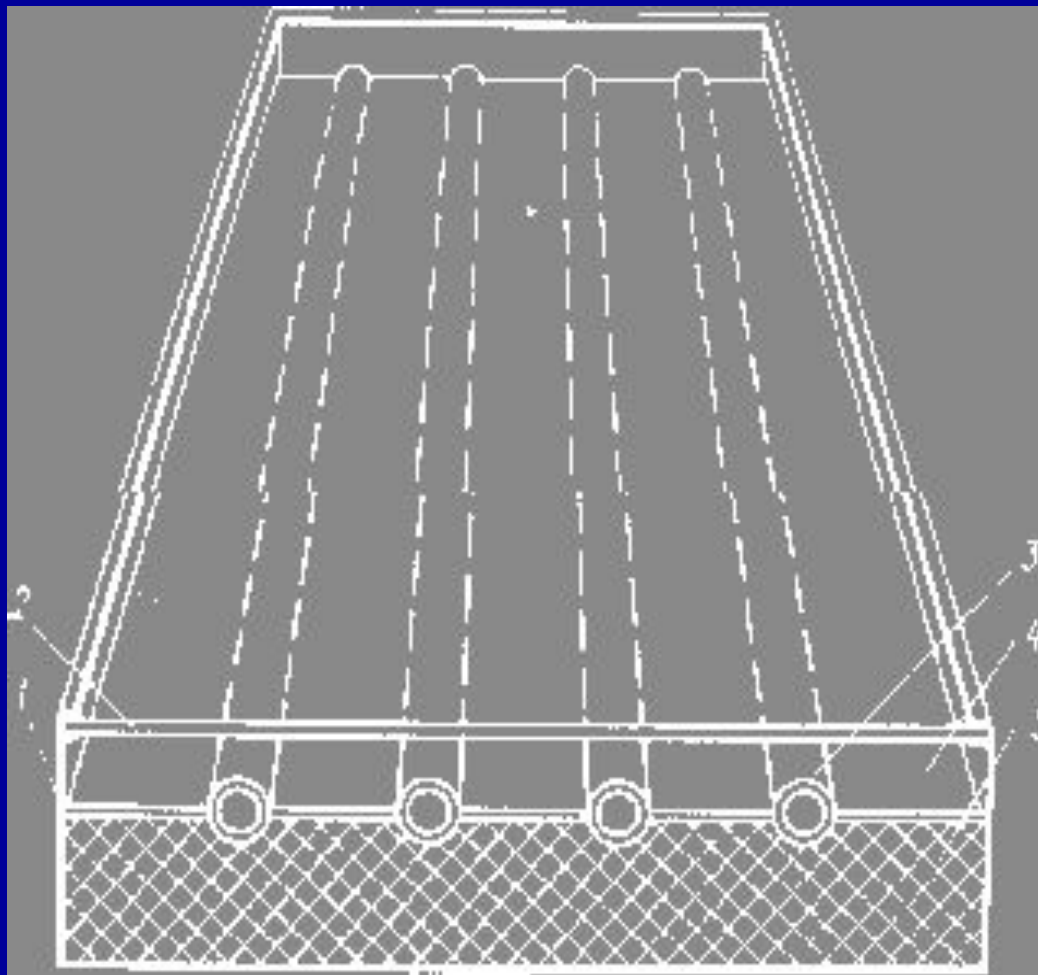
- жидкостные,
- воздушные.

По режиму работы:

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

Конструкции солнечных коллекторов

Плоский коллектор



1 - корпус;

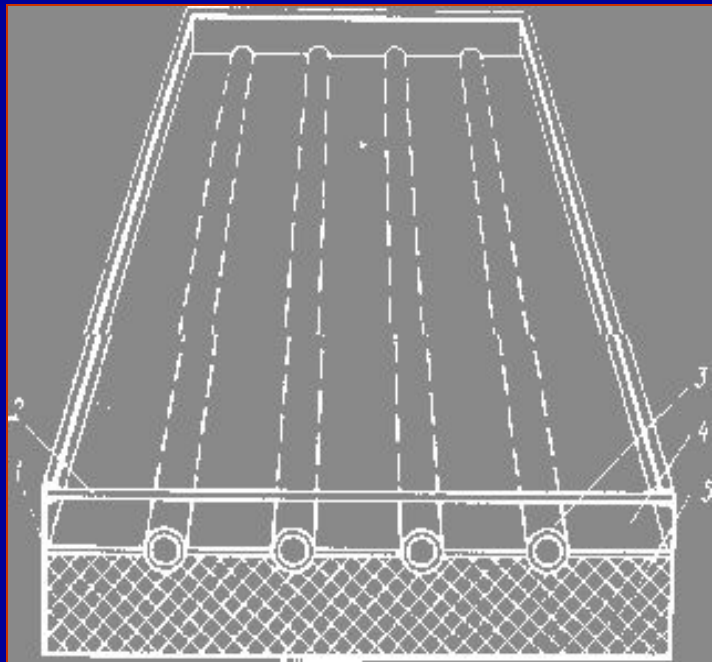
2 - прозрачная
изоляция;

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)



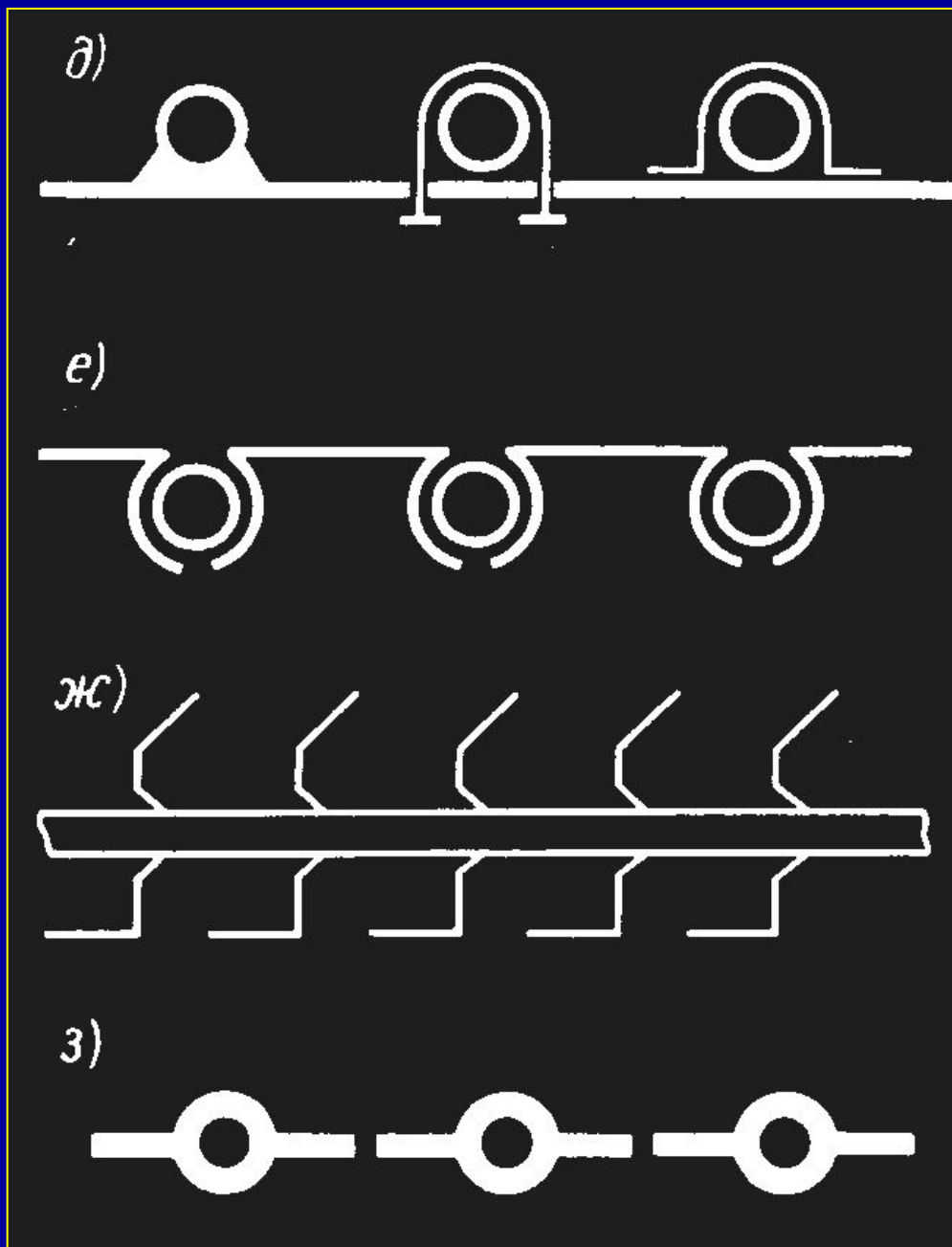
а - стандартный панельный отопительный радиатор;

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

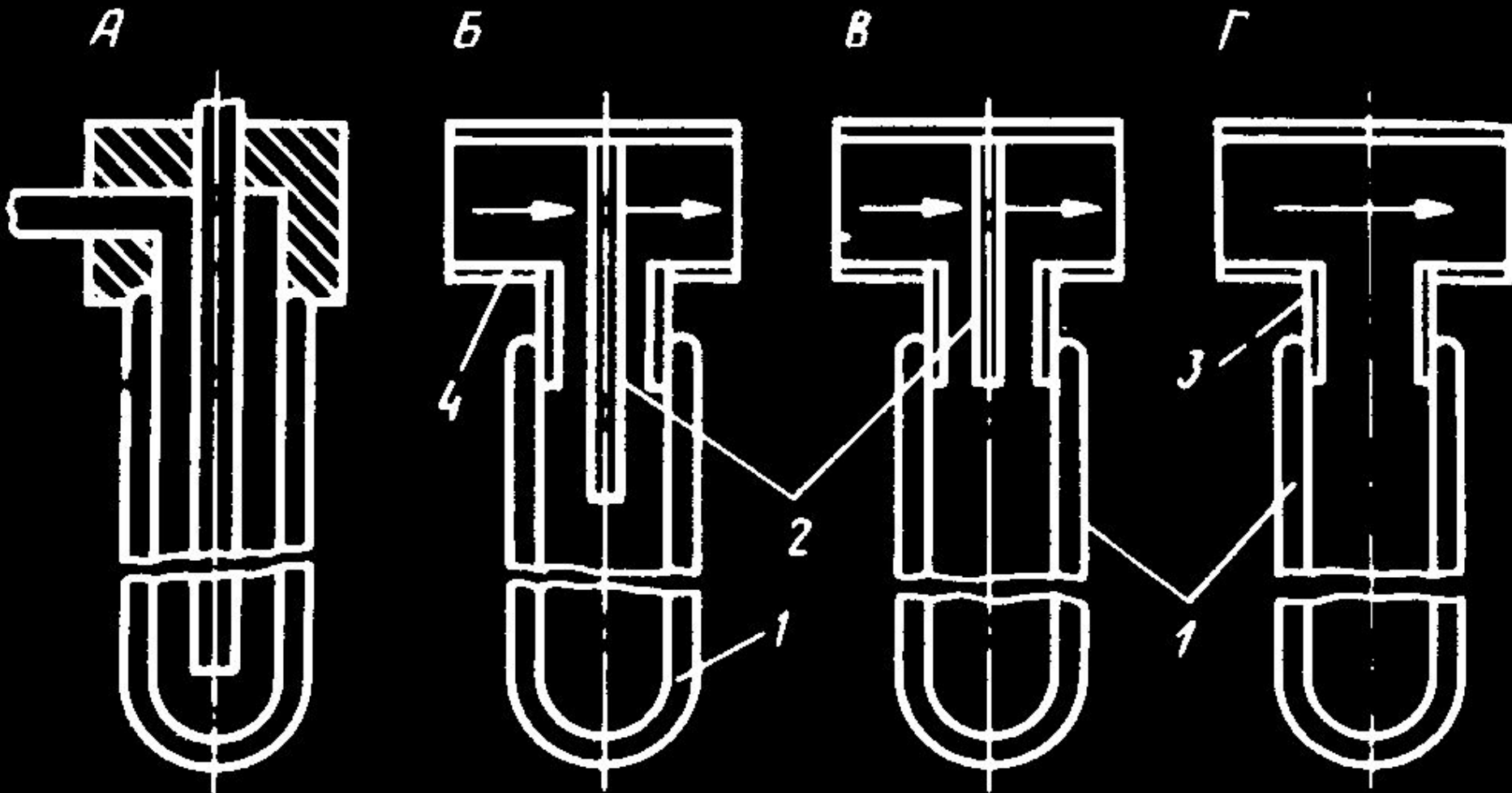
Теплоотражающее покрытие

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)

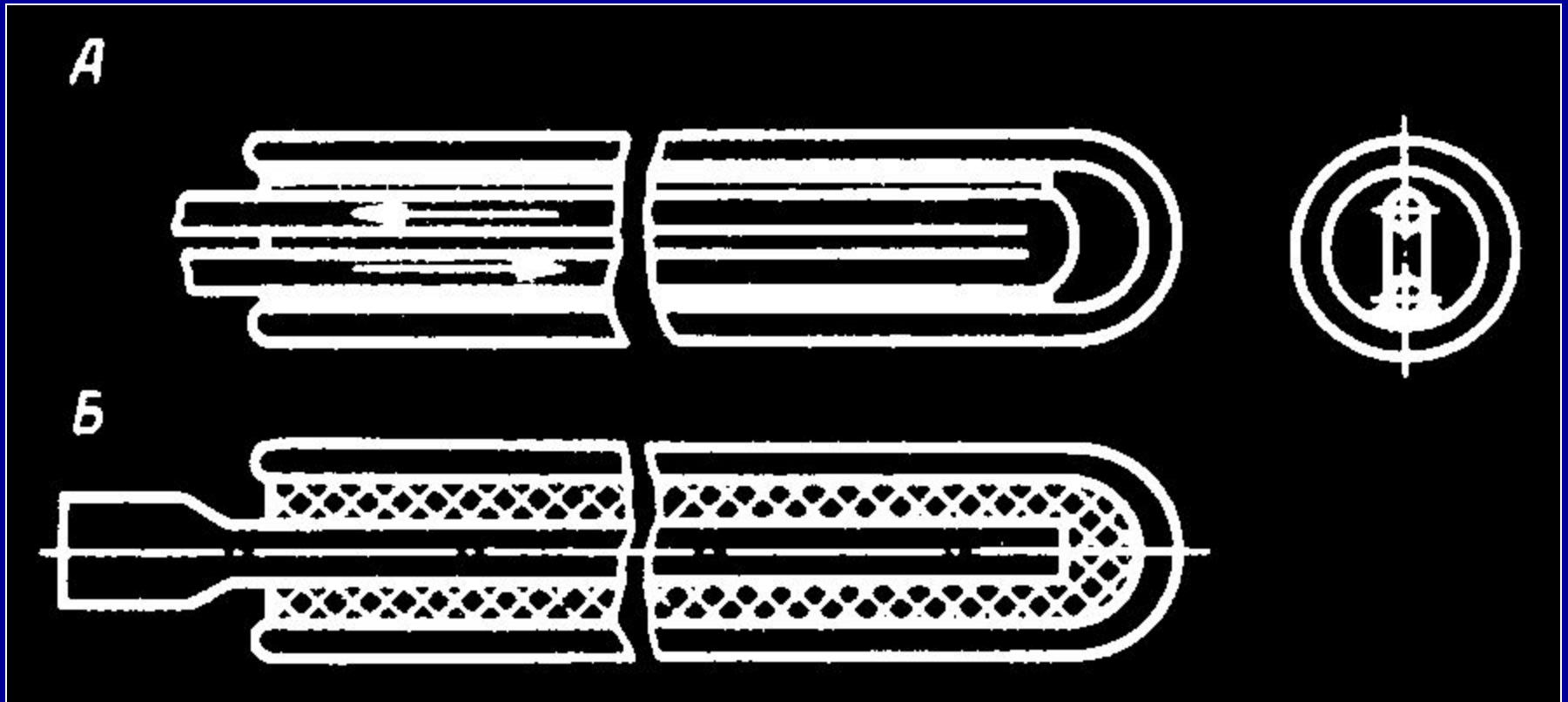


А - "Оуэнс
Иллинойс";

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;

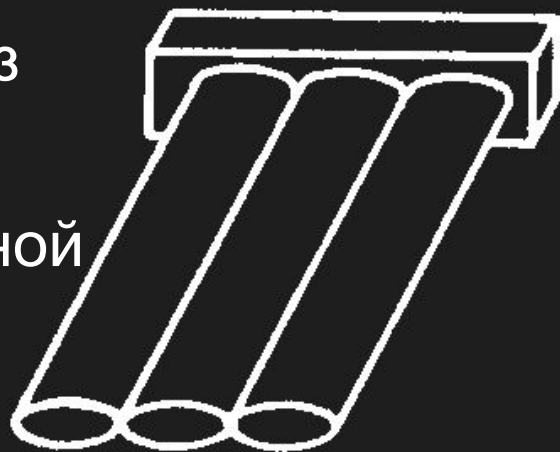


Г - прямоток, спай с двух торцов

Типы поглотителей проточных коллекторов

а)

а - панельный из
пластмассы;

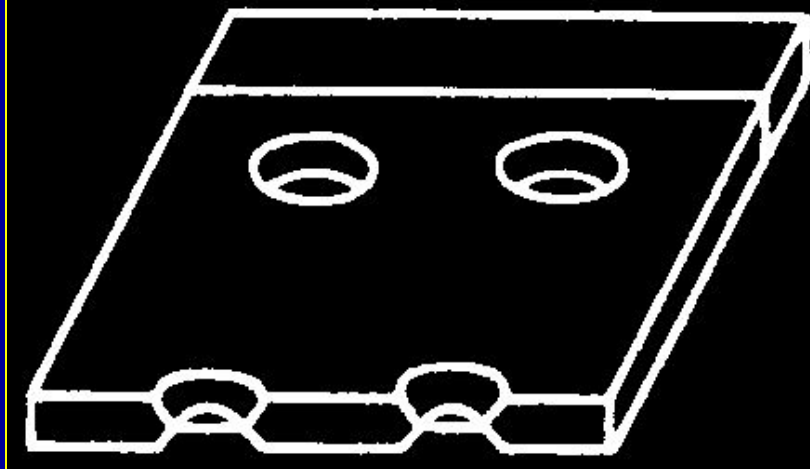


б)

б - штампосварной
панельный с
каналами;

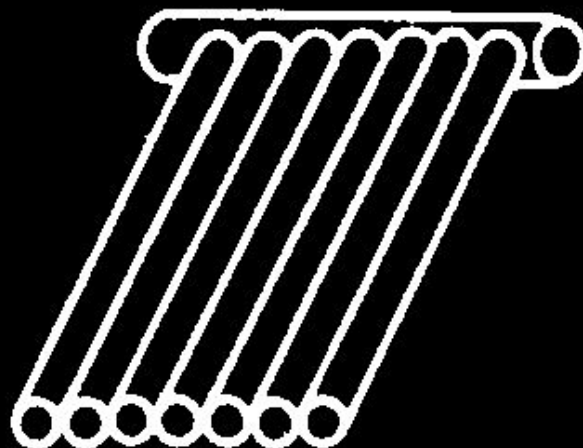


в)



в - штампосварной
панельный;

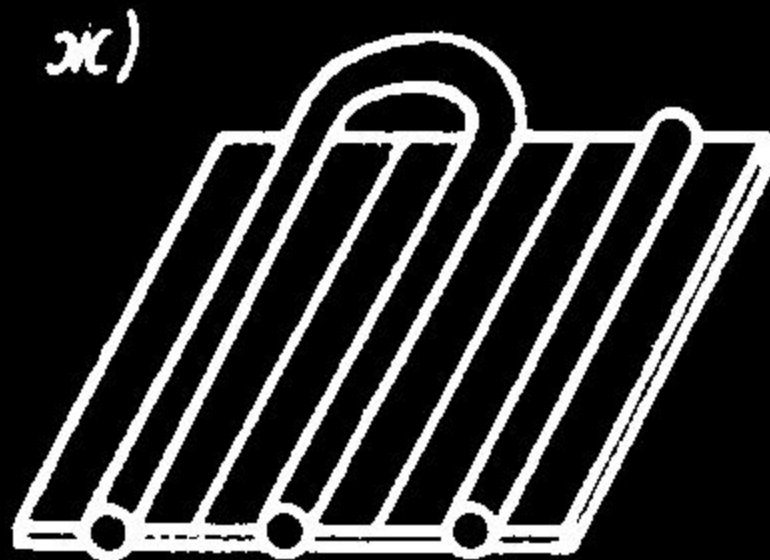
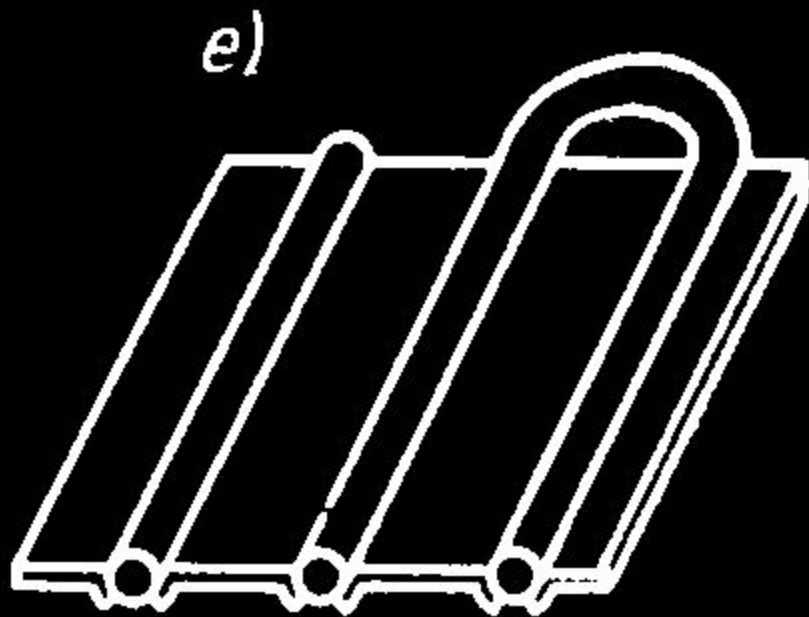
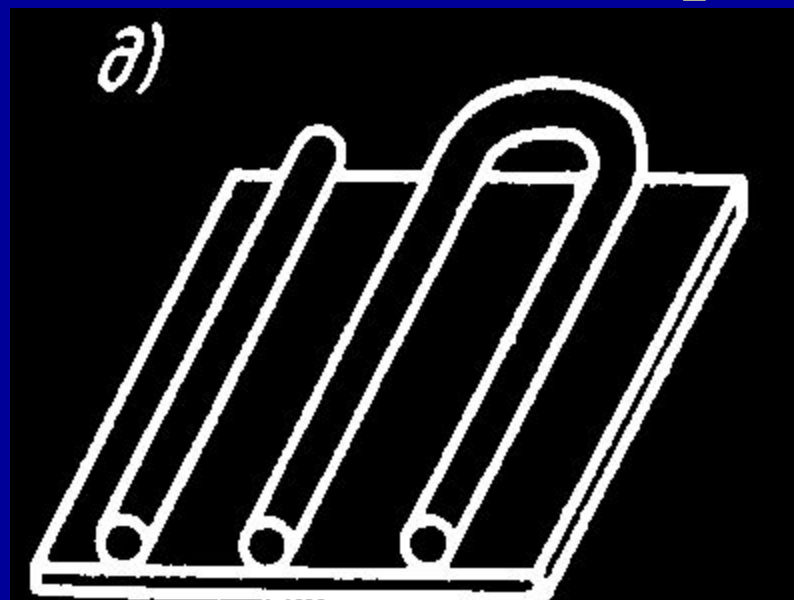
г)



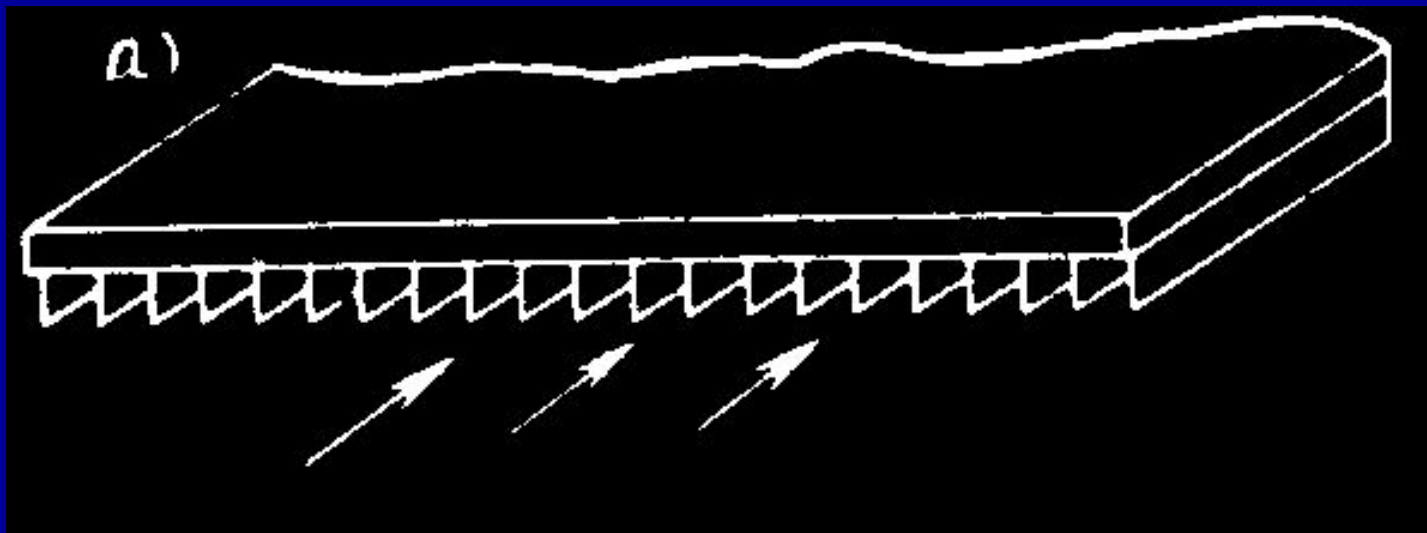
г - трубчатый;

Типы поглотителей проточных коллекторов

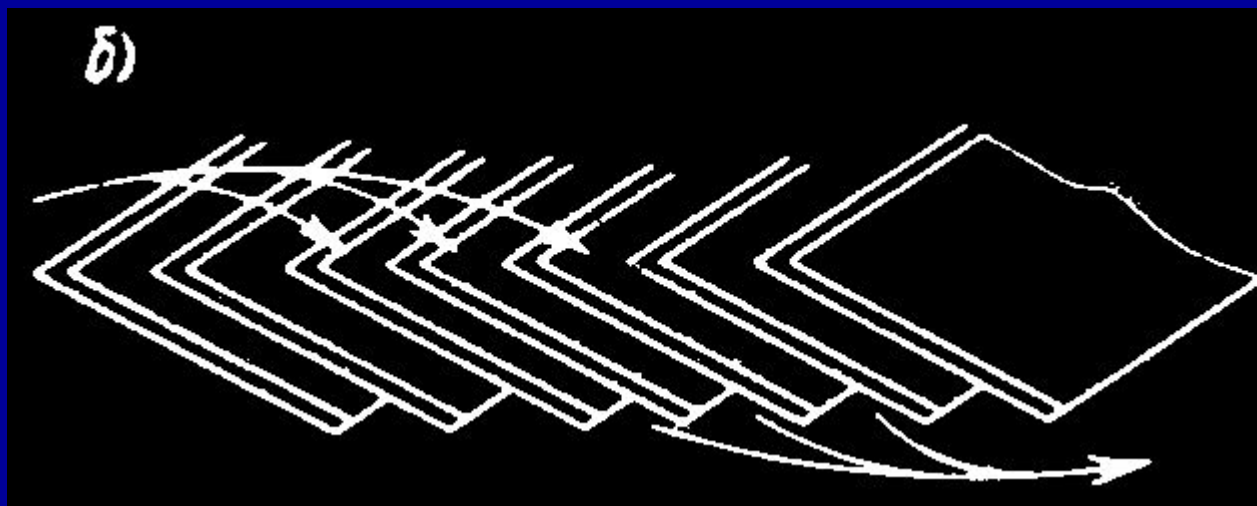
д - листотрубный;
е - трубчатый с
поглощающими
вставками;
ж - трубчатый с
продольными
ребрами



Типы поглотителей воздушных коллекторов

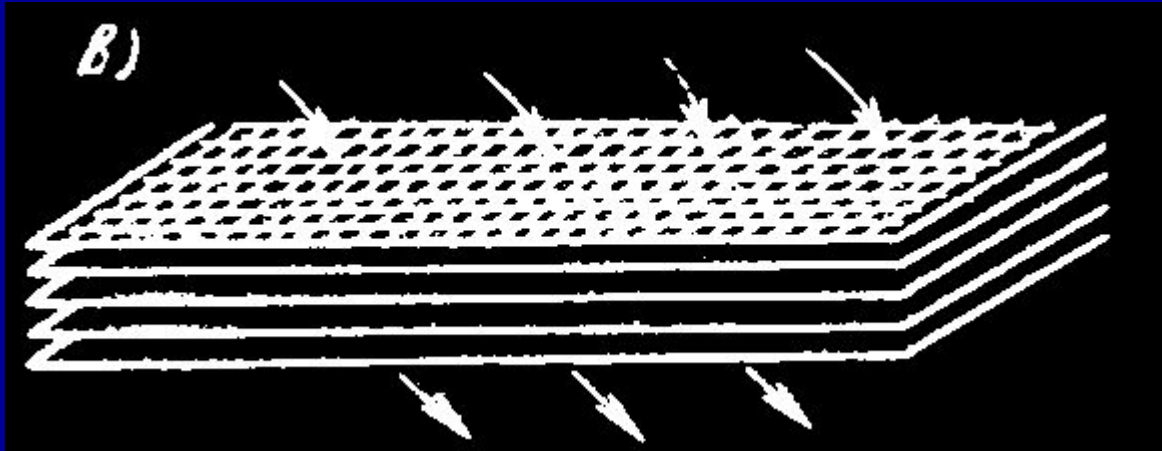


а - плоский с ребрами;



б - из наклонных прозрачных пластин;

Типы поглотителей воздушных коллекторов

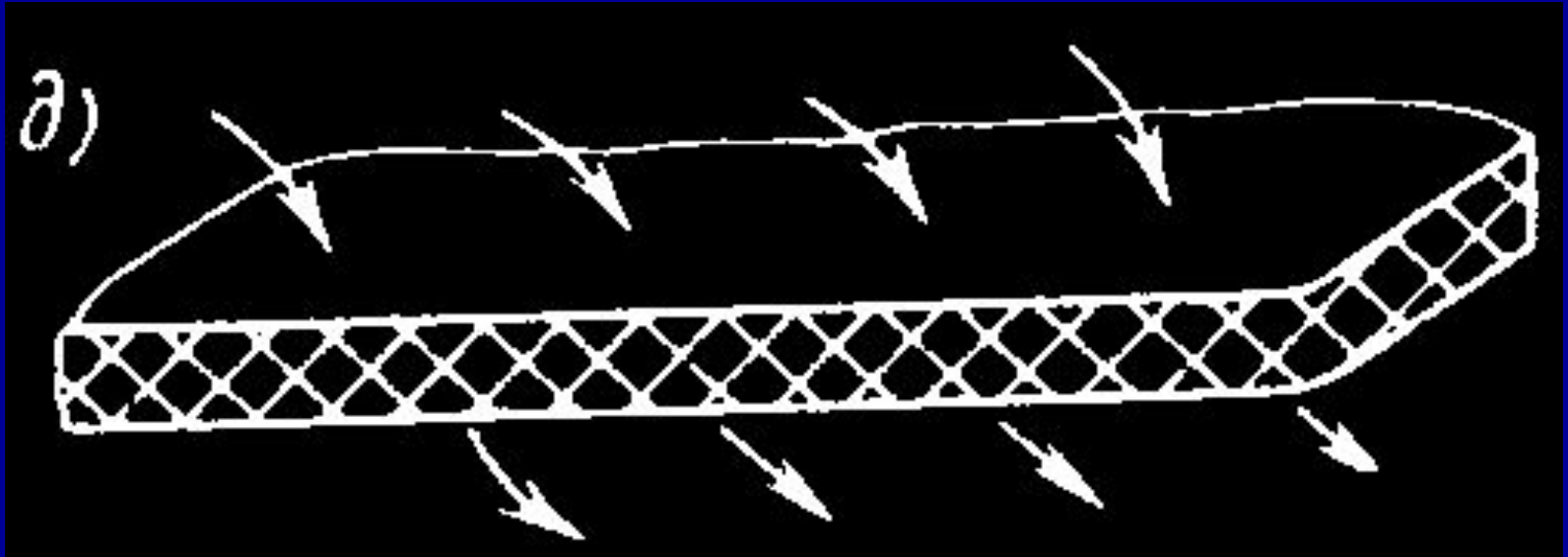


в - сетчатый многослойный;



г - V-образный;

Типы поглотителей воздушных коллекторов



д - из пористого материала