

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич

Должность: ректор

Дата подписания: 25.09.2022 16:38:36

Уникальный программный ключ:

9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

## **МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное  
Образовательное учреждение высшего образования  
«Юго–Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)  
Кафедра теплогазоводоснабжения**



### **РАСЧЕТ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА**

**Методические указания для практических занятий и  
самостоятельной работы магистров направления подготовки  
13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника**

Курск 2017

УДК 697.2(07)

Составители: Э.В. Умеренкова, Е.В. Умеренков

Рецензент

Доктор технических наук, профессор кафедры  
теплогазоводоснабжения *В.С. Ежов*

**Расчет солнечного коллектора:** методические указания для практических занятий и самостоятельной работы магистров направления подготовки 13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника /Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Э.В. Умеренкова, Е.В. Умеренков . Курск, 2017. -11с. Библиогр.: с.11 .

Содержатся краткие теоретические сведения и методика расчета солнечного коллектора.

Предназначено для магистров направления подготовки 13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60×841/16.  
Усл. печ. л. 0,7 Уч. – изд.л. 0,6 Тираж 100 экз. Заказ .  
Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Содержание**

Введение.....	4
1 Последовательность расчета.....	4
2 Пример решения.....	6
Приложение А.....	8
Библиографический список.....	11

## Ведение

Среди возобновляемых источников энергии солнечная радиация по масштабам ресурсов, экологической чистоте и доступности не уступает энергии ветра и поэтому также достаточно перспективна.

Использование солнечной энергии достаточно разнообразно, но наиболее очевидная область использования солнечной энергии - подогрев воздуха и воды. В районах с холодным климатом необходимо отопление жилых зданий и горячее водоснабжение.

Основными достоинствами солнечной энергии являются ее доступность и многогранность применения; неисчерпаемость; простота использования солнечных систем теплоснабжения и ГВС и возможность использования стандартного оборудования; относительное постоянство во многих районах.

К недостаткам следует отнести рассеянность; периодичность; необходимость применения зачастую дорогих материалов; необходимость аккумуляирования и резервирования вследствие ее периодичности.

Солнечный коллектор - устройство, которое служит для нагрева воды потоком солнечной энергии и является основным компонентом любой солнечной системы теплоснабжения. Солнечный тепловой коллектор включает прозрачную панель, теплопоглощающую панель, набор стеклянных трубок для жидкостного теплоносителя, теплоизоляционный слой.

## 1 Последовательность расчета

В коллекторе происходит поглощение солнечного излучения и передача энергии жидкости, т. е. преобразование солнечной энергии в тепло. Самые простые приемники содержат весь объем жидкости, которую необходимо нагреть. Приемники более сложной конструкции нагревают за определенное время только небольшое количество жидкости, которая, как правило, затем накапливается в отдельном резервуаре (баке-аккумуляторе). От технического совершенства коллектора и стоимости зависит эффективность всей системы солнечного теплоснабжения и ее экономические показатели.

Поток лучистой энергии  $Q_{пов}$ , Вт, поглощаемой поверхностью

приемника, составляет

$$Q_{\text{пов}} = \tau_{\text{пов}} \cdot \alpha \cdot A \cdot I \quad (1)$$

где  $\tau_{\text{пов}}$  - коэффициент пропускания солнечного излучения прозрачным покрытием, принимается равным

0,9 для одинарного стеклянного покрытия,

0,8 - для двойного стеклянного покрытия,

0,81 - для селективного стекла;

$\alpha$  - коэффициент поглощения приемной поверхностью коллектора солнечного излучения, принимается равным

0,91 - для одинарного стеклянного покрытия,

0,9 - для двойного стеклянного покрытия,

0,81 - для селективного стекла;

$A$  - площадь освещаемой поверхности коллектора, м<sup>2</sup>;

$I$  - облученность поверхности солнечного коллектора, Вт/м .

В процессе поглощения энергии температура поверхности приемника повышается и становится существенно выше температуры окружающего воздуха. Это приводит к возникновению обратного теплового потока в окружающую среду, который можно определить

$$Q_{\text{пов}} = A \cdot (T_{\text{п}} - T_{\text{ос}}) / R_{\text{п}} \quad (2)$$

где  $T_{\text{п}}$  - температура приемной поверхности коллектора, К;  $T_{\text{ос}}$  - температура окружающего воздуха, К;  $R_{\text{п}}$  - термическое сопротивление приемной поверхности коллектора.

Для типичных коллекторов можно принять равным:

0,13 м<sup>2</sup>К/Вт - для одинарного стекла,

0,22 м<sup>2</sup>К/Вт - для двухслойного стекла,

0,4 м К/Вт - для селективного стекла.

Уравнение солнечного коллектора тогда можно представить

$$Q_{\text{ск}} = A \cdot [\tau_{\text{пов}} \cdot \alpha \cdot I - (T_{\text{п}} - T_{\text{ос}}) / R_{\text{п}}] \quad (3)$$

Однако не вся энергия, получаемая коллектором, передается воде, а только ее часть, характеризуемая коэффициентом перехода

$k_f$  солнечной энергии, показывающим долю теплового потока  $Q_{ск}$ , передаваемого жидкости, принимается равным 0,85

$$Q_{ж} = k_f \cdot Q_{ск}, \quad (4)$$

Количество же тепла, требуемого для нагрева жидкости на определенную разницу температур  $Q_{ж}$ , Вт можно записать в виде

$$Q_{ж} = L \cdot \rho \cdot c \cdot (T_{к} - T_{н}), \quad (5)$$

где;  $T_{к}$  - конечная температура воды, К;  $T_{н}$  - начальная температура воды, К;  $\rho$  - плотность воды, равная  $1000 \text{ кг/м}^3$ ;  $c$  - теплоемкость воды, равная  $4200 \text{ Дж/кг-К}$ ;  $L$  - объемный расход воды,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Уравнение теплового баланса коллектора можно записать в виде

$$k_f \cdot A \cdot [\tau_{пов} \cdot \alpha \cdot I - (T_{п} - T_{oc})/R_{п}] = L \cdot \rho \cdot c \cdot (T_{к} - T_{н}), \quad (6)$$

Из уравнения баланса солнечного коллектора определяются все основные характеристики.

## 2 Пример решения

### Вариант 1

Выполнить расчет пластинчатого солнечного нагревателя.

### Исходные данные

Размеры  $2 \times 0,8 \text{ м}^2$ .

Тип покрытия – одинарное стеклянное;

температура приемной поверхности коллектора  $T_n$

увеличивается на  $20^\circ\text{C}$ ; температура окружающего воздуха  $T_{oc} = 22^\circ\text{C}$ ;

облученность поверхности солнечного коллектора  $I = 750 \text{ Вт/м}^2$ ;

начальная температура воды  $T_n = 20^\circ\text{C}$ .

### Определить

- требуемый объемный расход воды  $L$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ , для обеспечения условия повышения температуры воды на выходе из коллектора на  $10^\circ\text{C}$ .

- какая должна быть площадь коллектора, чтобы обеспечить водоснабжение коттеджа, в котором проживают 5 человек из условия 150 литров на человека в сутки

Постройте зависимость расхода воды

1) от площади коллектора  $A = 2; 3; 6; 10; 20; 40; 100; 200$  м

2) от температуры входящей жидкости  $T_n = 12; 15; 18; 20; 24$

°C

3) от температуры окружающего воздуха  $T_{oc} = 20; 24; 28; 32; 36$

°C

4). от температуры выходящей жидкости  $T_k = 30; 35; 40; 45$  °C

5) от температуры поверхности коллектора  $T_n = 40; 45; 50; 55;$

60 °C.

$$k_f = 0,85$$

$$\tau_{пов} = 0,9$$

$$\alpha = 0,91$$

$$R_{п} = 0,13 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$c = 4200 \text{ Дж/кг-К}$$

$$L = \left\{ k_f \cdot A \cdot [\tau_{пов} \cdot \alpha \cdot I - (T_{п} - T_{oc})/R_{п}] \right\} / [\rho \cdot c \cdot (T_k - T_n)],$$

м<sup>3</sup>/с

$$L = \{0,85 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot [0,9 \cdot 0,91 \cdot 750 - (42 - 22)/0,13]\} / [1000 \cdot 4200 \cdot (30 - 20)] = 0,05 \text{ м}^3/\text{час}$$

$$A = [L \cdot \rho \cdot c \cdot (T_k - T_n)] / \{ k_f \cdot [\tau_{пов} \cdot \alpha \cdot I - (T_{п} - T_{oc})/R_{п}] \}, \text{ м}^2$$

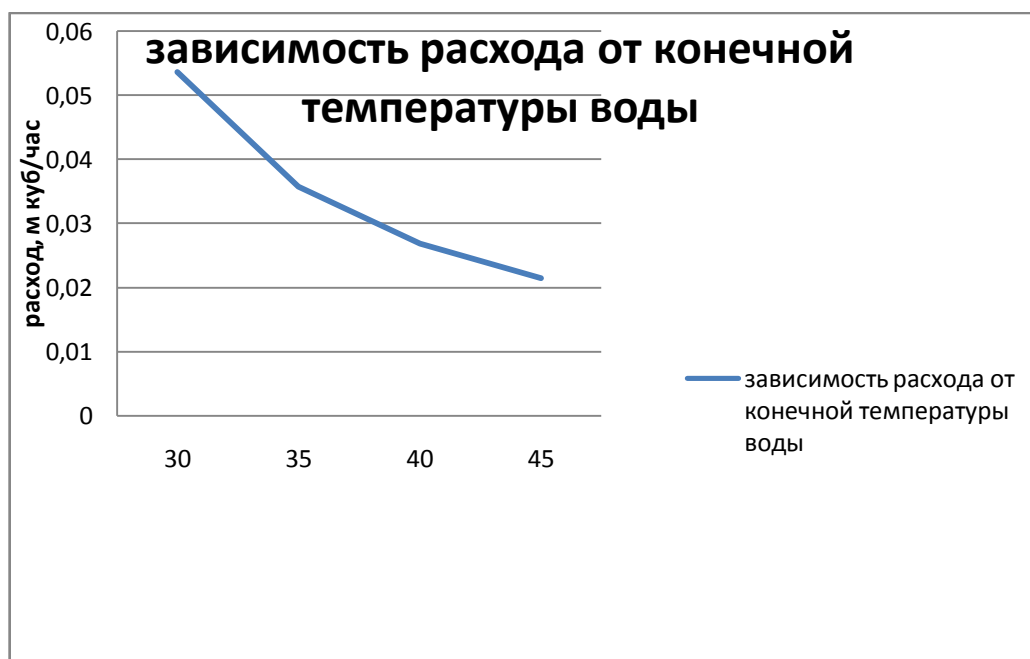
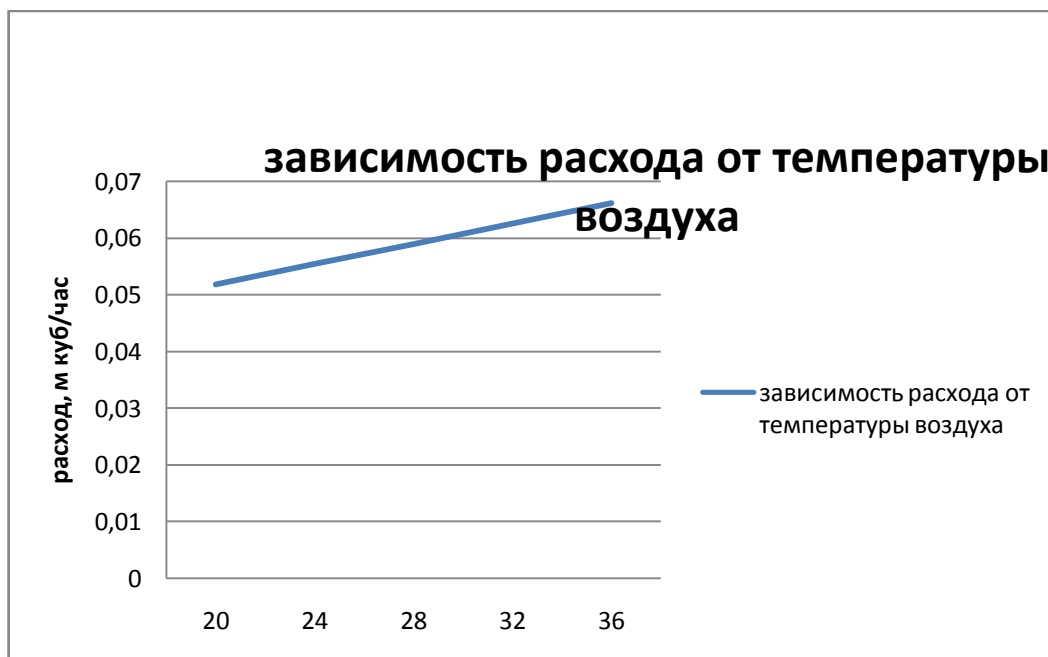
$$L = (150 \cdot 5) / (24 \cdot 3600), \text{ м}^3/\text{с}$$

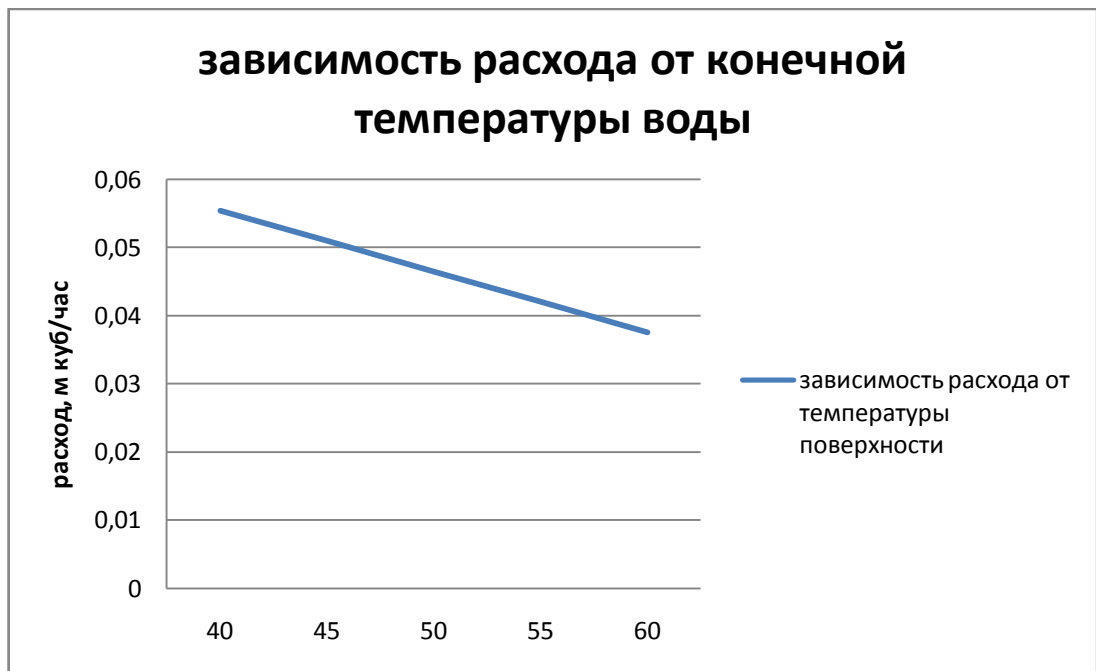
$$A = [L \cdot 1000 \cdot 4200 \cdot (30 - 20)] / \{0,85 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot [0,9 \cdot 0,91 \cdot 750 - (42 - 22)/0,13]\} = 931,6 \text{ м}^2$$

## Приложение А









## **Библиографический список**

1. Баскаков, Альберт Павлович Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учебник / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - Москва : Бастет, 2013. - 368 с. - (Высшее профессиональное образование-бакалавриат). - ISBN 978-5-903178-33-9 : 682.64 р.

2. Умеренкова, Элина Владимировна. Основные методы энергосбережения при производстве, распределении и потреблении тепловой энергии [Текст] : учебное пособие : [для студентов и магистров вузов теплоэнергетических специальностей] / Э. В. Умеренкова, Е. В. Умеренков ; ЮЗГУ. - Курск : ЮЗГУ, 2014. - 97 с.: ил.; 20 см. - Библиогр.: с. 95-97. - 100 экз. - ISBN 978-5-7681-0961-5 : 140.00 р.