

УДК621.232.

## О ПОВЫШЕНИИ К. П. Д. ТЕРМОСИФОННОЙ СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ

ОБОЗОВ А. ДЖ., ТАГАЙМАТОВА А.А., НАСИРДИНОВА С.  
[izvestiya@ktu.aknet.kg](mailto:izvestiya@ktu.aknet.kg)

*В статье рассматривается один из методов повышения коэффициента полезного действия термосифонной солнечной водонагревательной установки. Обсуждаются новые технические решения и излагаются методические основы определения к.п.д. установки с учетом предлагаемых новых методов.*

Как известно, самое широкое распространение в практике получили солнечные водонагревательные установки для нагрева воды [1,2,3]. Значительная часть из них - это сезонные солнечные установки с термосифонной системой циркуляции. [4]. Простота их конструкций, невысокая стоимость и надежность работы стали основными критериями для потребителей при их приобретении и эксплуатации. Как правило, эти установки небольшой мощности используются для автономных потребителей. Принципиальная схема наиболее распространенной термосифонной солнечной установки приведена на рис.1.

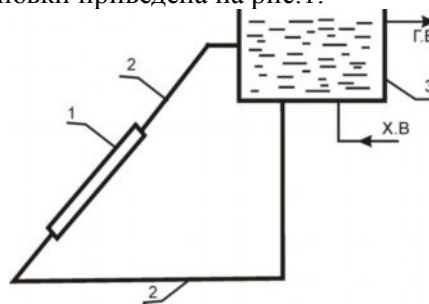


Рис. 1. Принципиальная схема установок

- 1 - Солнечный коллектор
- 2 - Соединительные трубопроводы
- 3 - Бак аккумулятор
- Х.В. – подача холодной воды
- Г.В. – отвод горячей воды

Несмотря на имеющиеся достоинства, данная установка имеет один существенный недостаток. Дело в том, что в первоначальный период в утреннее время солнечная энергия затрачивается не только на нагрев воды, но и расходуется на нагрев циркуляционных трубопроводов непосредственного корпуса солнечного коллектора и корпуса бака-аккумулятора. Это не что иное, как вынужденные потери.

Но в данной установке также присутствуют, назовем их, так не вынужденные потери. Это потери, которые возникают в завершающий вечерний период работы установки. В этот период времени циркуляция воды в системе прекращается и первоначально затраченная энергия на разогрев системы (трубы, корпус СК, бака-аккумулятора), в том числе и воды, находящейся в трубопроводах и СК, вновь теряется в виде тепловых потерь. Чтобы избежать части потерь, обусловленных охлаждением воды в трубопроводах и самом солнечном коллекторе, предлагается новая принципиальная схема установки, которая приведена на 2.

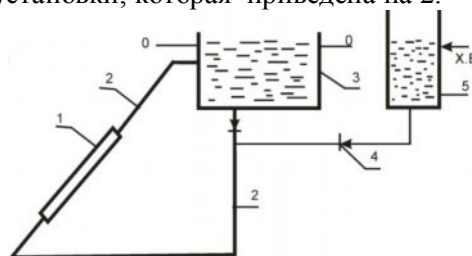




Рис. 2. Предлагаемая схема установок

- 1 - Солнечный коллектор
- 2 - Соединительные трубопроводы
- 3 - Бак - аккумулятор
- 4 - Обратный клапан
- 5 – Дополнительный бачок.

Работает установка следующим образом. Первоначально система через дополнительный бачок 5 заполнение до уровня 0-0. То есть уровень воды в обоих баках одинаков. Заполненные системы происходит через бак 5. При выходе воды на уровень (0-0) подача воды прекращается. Установка начинает работать в термосифонном режиме. Так как имеется обратный клапан 4, холодная вода, находящаяся в баке 5, не участвует в процессе нагрева и остается холодной, нагревается лишь вода в основном баке 3.

В течение светового дня температура в баке 3 постепенно поднимается с температуры холодной воды  $t_{x.\hat{a}}$  до некоторой температуры  $t_k$ : то есть

$$t_k > t_{x.\hat{a}} \quad (1)$$

При этом плотность воды так же снижается с  $\rho_0$  до  $\rho_k$  т.е.

$$\rho_0 > \rho_k \quad (2)$$

В вечерний период времени, когда солнце перестает светить начинаем заполнять бак 5 дополнительно холодной водой. Причем объем подаваемой воды должен быть равен объему воды, находящейся в солнечном коллекторе 1 и циркуляционных трубопроводах 2

$$V_{\hat{a}\hat{u}} = V_{\hat{n}\hat{e}} + (V^{\hat{i}\hat{o}} / \hat{o}\hat{o} + V^{\hat{i}\hat{a}} / \hat{o}\hat{o}) = V_{\hat{n}\hat{e}} + V_{\hat{o}\hat{o}} \quad (3)$$

где  $V_{\hat{a}\hat{u}}$  - объем дополнительной холодной воды, подаваемой в бак 5.

$V_{\hat{n}\hat{e}}$  - объем солнечного коллектора (коллекторного поля).

$V^{\hat{i}\hat{o}} / \hat{o}\hat{o}$  - объем воды находящейся в прямом трубопроводе.

$V^{\hat{i}\hat{a}} / \hat{o}\hat{o}$  - объем воды находящейся в обратном трубопроводе.

При заполнении бака 5 уровень в нем поднимается и появляется разность давлений, что заставляет открыться клапану 4 и вода из бака 5 начинает перетекать в бак 3. Так как температура холодной воды в баке 5 ниже, чем в баке 3, то выполняется условие (2), вследствие этого более холодная вода поступает из бака 5 через трубопроводы 2 и солнечный коллектор 1 в бак 3. Таким образом, вся горячая вода, остающаяся в системе, перейдет в изолированный бак 3. Вследствие этого в ночной период времени количество воды, ранее остающейся в системе, не охлаждается и следовательно суточный к.п.д. установки повысится.

Выясним, насколько увеличится к.п.д. установки.

К.п.д. солнечной установки, приведенной на рис. 1, определяется как

$$\eta_{\hat{n}\hat{o}} = Q_{\hat{i}\hat{e}} / Q_{\hat{c}\hat{a}\hat{o}}; \quad (4)$$

где  $Q_{\hat{i}\hat{e}}$  – количество полезно нагретой воды.

$Q_{\hat{c}\hat{a}\hat{o}}$  – количество затраченной солнечной энергии для нагрева воды.

В нашем случае

$$Q_{\hat{i}\hat{e}} = mc\Delta t, \quad (5)$$

где  $m$  – масса объема воды в солнечной установке,  $c$  - теплоемкость воды,  $\Delta t$  - разность температур ( $\Delta t = t_k - t_{x.\hat{a}}$ ).

Величина массы воды состоит из  $m_{\hat{a}\hat{a}}$  – массы в баке - аккумуляторе – 3, массы в солнечном коллекторе  $M_{\hat{n}\hat{e}}$  и массы воды в трубопроводах, т.е. ( $m_{\hat{o}\hat{o}}$ ).

$$m = m_{\hat{a}\hat{a}} + m_{\hat{n}\hat{e}} + m_{\hat{o}\hat{o}} \quad (6)$$

тогда можно записать (4) в виде



$$Q_{\tilde{i}\tilde{e}} = \tilde{n}\Delta t m_{\dot{a}\dot{a}} + c\Delta t(m_{\tilde{n}\tilde{e}} + m_{\dot{o}\dot{o}}) \quad (7)$$

или

$$\eta_{\tilde{n}\dot{o}} = c\Delta t m_{\dot{a}\dot{a}} / Q_{\dot{c}\dot{a}\dot{o}} + c\Delta t(m_{\tilde{n}\tilde{e}} + m_{\dot{o}\dot{o}}) / Q_{\dot{c}\dot{a}\dot{o}} = \eta_{\tilde{i}\tilde{i}} + \eta_{\tilde{a}\tilde{i}\tilde{i}} \quad (8)$$

Таким образом, в нашем случае при наличии бака 5 (рис.2) объем воды нагретой в СК и трубопроводах, перемещается в основной бак - аккумулятор, тем самым объем нагретой воды за день растёт на величину  $m_{\tilde{n}\tilde{e}} + m_{\dot{o}\dot{o}}$ , а к.п.д. -

$$\eta_{\tilde{n}\dot{o}} = \eta_{\tilde{i}\tilde{i}} + \eta_{\tilde{a}\tilde{i}\tilde{i}}$$

Таким образом,  $\eta_{\tilde{n}\dot{o}}$  изменится на величину.

$$\eta_{\tilde{a}\tilde{i}\tilde{i}} = \eta_{\tilde{n}\dot{o}} - \eta_{\tilde{i}\tilde{i}} = \tilde{n}\Delta t(m_{\tilde{n}\tilde{e}} + m_{\dot{o}\dot{o}}) / Q_{\dot{c}\dot{a}\dot{o}}$$

$$\eta_{\tilde{a}\tilde{i}\tilde{i}} = \tilde{n}\Delta t(m_{\tilde{n}\tilde{e}} + m_{\dot{o}\dot{o}}) / Q_{\dot{c}\dot{a}\dot{o}} \quad (9)$$

Из уравнения (9) видно, что при прочих равных условиях  $\eta_{\tilde{a}\tilde{i}\tilde{i}}$  зависит в основном только от массы воды  $c\Delta t$  т.к. теплоемкость воды в рассматриваемых пределах  $\Delta t$  практически не изменяется и ее можно считать *const*.

Следовательно величина  $\eta_{\tilde{a}\tilde{i}\tilde{i}}$  будет тем больше, чем больше  $\Delta t$  и чем больше  $(m_{\tilde{n}\tilde{e}} + m_{\dot{o}\dot{o}})$ . Таким образом, можно сделать следующий вывод

- Для традиционных термосифонных солнечных установок сезонного режима работы величина к.п.д. ( $\eta_{\tilde{n}\dot{o}}$ ) установки тем меньше, чем больше разность температур воды на входе и выходе из СК и чем больше воды находится в СК и трубопроводах.
- Следует стремиться к снижению  $\Delta t$  в термосифонных СУ и  $(m_{\tilde{n}\tilde{e}} + m_{\dot{o}\dot{o}})$ .
- Предлагаемый способ позволяет увеличить  $\eta_{\tilde{n}\dot{o}}$  и практически избежать дополнительных потерь в термосифонных солнечных установках для нужд горячего водоснабжения.

### Литература

1. Мак-Вейч. Применение солнечной энергии М: Энергоиздат, 1981г.
  2. Авезов Р.Р, Орлов А. Ю Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения, Ташкент, ФАН, 1988.
  3. Харченко Н. В. Индивидуальные солнечные установки. М. Энергоатомиздат, 1991г.
- Обозов А. Дж, Ботбаев Р. М. Возобновляемые источники энергии. Бишкек. Изд. «Текник», 2010г