

Тураева Улмасой Фармоновна

Turaeva Ulmasoy Farmonovna

БГУ, кандидат технических наук

Тўраев Акбар Фармонович

Turaev Akbar Farmonovich

БГУ, учитель

ПРИМЕНЕНИЯ СЕЛЕКТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ НА НИЗКИЕ ВЫСОКО-ТЕМПЕРАТУРНЫЕ УСТАНОВКИ

Аннотация: Солнечные низкотемпературные установки являются в настоящее время наиболее широко используемыми на практике, в основном это водонагреватели (СВ). Имеется достаточно большое их разнообразие по конструкциям и применяемым материалам. В последних конструкциях СВ используются селективные приемники и селективное прозрачное ограждение (обеспечивается высокое пропускание). Все эти разработки направлены на повышение температур нагрева и одновременно повышения КПД и улучшения стоимостных характеристик.

Ключевые слова: установка, температура, практика, селективных покрытия.

В основном задача повышения КПД СВ связана с необходимостью уменьшения теплотерь со стороны прозрачного ограждения и корпуса.

В связи с этим рассмотрим состояние работ, направленных на уменьшения теплотерь СВ, в том числе за счет оптимизации радиационных характеристик приемника и ограждающих конструкций.

В целом здесь имеем две задачи, первая это определение понятия КПД СВ и вторая это влияние селективности приемника не только на КПД приемника, но и на КПД СВ в целом.

Обычно КПД СВ записывают в виде [1, 7-15; 4]

$$\eta = F \cdot E_C \cdot (\alpha_S \cdot \tau) - \varepsilon_T \sigma (T^4 - T_R^4) - \alpha_K (T - T_0) \quad (1)$$

где, F – площадь СВ, м²; E_C – падающего солнечного излучения, Вт/м²; $\alpha_S \cdot \tau$ – приведенная поглотительная способность СВ; T – температура приемника СВ, К; T_R – температура «неба», К; T_0 – температура окружающей среды, К; α_K – коэффициент конвективной теплоотдачи, Вт/(м²·К). Т.е. в этом виде в уравнении не учитываются потоки излучения от Земли, окружающих зданий и сооружений и деревьев. В связи с этим рассмотрим уравнение баланса более детально

$$E_{PEZ} = E_C + E_R + E_Z + E_{ДЕР} + E_{ЗД} - E_{П} \quad (2)$$

где, E_{PEZ} – полезный тепловой поток, отводимый от приемника; E_C , E_R , E_Z , $E_{ДЕР}$, $E_{ЗД}$ – потоки излучения падающие на установку – Солнца, «Неба», «Земли», деревьев и зданий; $E_{П}$ – тепловые потери приемника. Причем эти потоки падают не только на приемник, но и на ограждающие конструкции СВ (прозрачное ограждение, боковые поверхности, дно), каждая со своими радиационными характеристиками и площадью. Соответственно имеем и различные виды потерь с наружных поверхностей СВ (излучение и конвекция).

И КПД СВ в соответствии с (2) будет равно

$$\eta = \frac{E_{PEZ}}{E_C} = \frac{E_C - E_{П}}{E_C} = 1 - \frac{E_{П}}{E_C} \quad (3)$$

С учетом (3) его можно записать в виде

$$\eta = 1 - \frac{E_{П}}{E_C} + \frac{E_R}{E_C} + \frac{E_Z}{E_C} + \frac{E_{ДЕР}}{E_C} + \frac{E_{ЗД}}{E_C} \quad (4)$$

Отметим, что обычно, считают, что члены E_R и E_Z малы, и ими можно пренебречь, однако в ряде работ [5-6] было указано о возможном существенном влиянии температур «Неба» и «Земли» на КПД солнечных коллекторов.

Рассмотрим составляющие тепловых потерь приемника $E_{П}$. В общем случае они включают теплотери с прозрачного ограждения $E_{ПО}$, дна $E_{Д}$ и

боковой поверхности E_B . Причем теплотерями можно также считать потери происходящие за счет отражения падающих потоков излучения, не только солнечного, но и остальных видов излучения падающих на СВ.

$$E_{\Pi} = E_{\Pi O} + E_B + E_d \quad (5)$$

Распишем составляющие теплотерь прозрачного ограждения (ПО):

$$E_{\Pi O} = E_{\text{и.по}} + E_{\text{к.по}} + E_{\text{отр.по}} = F_{\Pi O} \cdot \varepsilon_{\Pi O} \cdot \sigma \cdot T_{\Pi O}^4 + F_{\Pi O} \cdot \alpha_{\text{к.по}} \cdot (T_{\Pi O} - T_B) + E_C \cdot (\rho + (\rho \cdot \tau^2 \cdot (1 - \rho)^2)) \quad (6)$$

где, $E_{\text{и.по}}$ - теплотери излучением от ПО; $E_{\text{к.по}}$ - теплотери конвекцией от ПО; $E_{\text{отр.по}}$ - потери отражением от ПО; $F_{\Pi O}$ - поверхность ПО; $T_{\Pi O}$ - температура ПО; $\alpha_{\text{к.по}}$ - коэффициент конвекции над ПО; $\varepsilon_{\Pi O}$ - коэффициент излучения ПО; ρ - коэффициент отражения ПО; T_B - температура воздуха; σ - постоянная Стефана – Больцмана.

Теплотери для боковой изоляции E_A равно:

$$E_B = E_{\text{и.б}} + E_{\text{к.б}} + E_{\text{отр.б}} = F_B \cdot \varepsilon_B \cdot \sigma \cdot T_{\text{н.б}}^4 + F_B \cdot \alpha_{\text{к.б}} \cdot (T_{\text{н.б}} - T_B) + (E_R + E_Z) \varepsilon_B \quad (7)$$

где, F_B - поверхность боковой изоляции; $T_{\text{н.б}}$ - наружная температура боковой изоляции; $\alpha_{\text{к.б}}$ - коэффициент конвекции около боковой изоляции; ε_B - коэффициент излучения боковой изоляции.

Теплотери для дна корпуса E_d равны:

$$E_d = E_{\text{и.д}} + E_{\text{к.д}} + E_{\text{отр.д}} = F_d \cdot \varepsilon_d \cdot \sigma \cdot T_d^4 + F_d \cdot \alpha_{\text{к.д}} \cdot (T_d - T_B) + E_{\text{дз}} \cdot \varepsilon_d \quad (8)$$

где, F_d , T_d - площадь и температура поверхности дна; $\alpha_{\text{к.д}}$ - коэффициент теплоотдачи конвекцией; ε_d - коэффициент излучения поверхности дна.

Как видно, уравнение баланса включает достаточно большое число параметров. Обычно считают, что их влияние несущественно и в целом практически учитывают только теплотери с дна и потери с прозрачного ограждения. В связи с этим стараются упростить формулы для расчета КПД. В частности предложено характеризовать КПД коллектора двумя обобщенными параметрами F' (фактически характеризует эффективность использования

падающего на СВ потока – какая часть этого потока попадает на приемник) и Y (средний коэффициент теплоотдачи СВ в целом).

$$F' = \frac{E_c}{E} \quad (9)$$

где, E_c – поток, падающий на установку; E – поток, падающий на приемник. Определение этих параметров проводится экспериментально для заданных температур и параметров окружающей среды. Здесь не учитывается изменение угла падения солнечных лучей (увеличение коэффициента затенения переплетом [7] и увеличение потерь отражением от прозрачного ограждения). При определении обобщенного коэффициента теплоотдачи учитывается только температура окружающего воздуха, температуры неба, зданий, сооружений не учитываются.

В приведенные выражения входят и радиационные характеристики не только приемника, но и радиационные характеристики ПО и ограждающих поверхностей. Влияние их, очевидно, зависит не только от их значений, но и их сомножителей (площадь, температура, угловые коэффициенты окружающих тел и неба). Эти коэффициенты, можно рассматривать как весовые, т.е. радиационные характеристики при отдельном рассмотрении или в составе КПД установки будут иметь различные значения. Отметим, что обычно эффективность селективного приемника оценивается как для отдельной пластины, в то время как видно из уравнения баланса их эффективность надо оценивать в целом по влиянию на КПД установки.

Только в [8,9,465-475;] было рассмотрено влияние селективности на КПД вакуумированного коллектора в целом по КПД установки. В приведенной методике, вследствие вакуумирования не учитывались внутренние конвективные потоки от приемника к ПО. Использование этой методики для плоских коллекторов требует включения в уравнения эти конвективные потоки, которые оказывают достаточно большое влияние. Как известно, с изменением температуры приемника изменяется и параметр селективности. Оценка

эффективности селективных приемников для высокотемпературных солнечных установок с учетом изменения ε_T от температуры приемника была проведена в [10]. Методы определения эффективности солнечных высокотемпературных установок (ВПУ) не отличаются в принципе от низкотемпературных установок (НПУ). Однако в ВПУ солнечной частью установки является только сам приемник. Поэтому, указанная методика фактически требует определения только КПД приемника. Особенность определения КПД высокотемпературных приемников заключается в том, что, во-первых, основные потери - это потери приемника (много больше теплотерь с теплоизолирующих ограждений приемника) и во-вторых «открытость» приемника, что усложняет решение задачи повышения их КПД.

Большинство средне - и высокопотенциальных теплоэнергетических установок преобразуют солнечную энергию в термодинамических циклах.

КПД приемника с увеличением температуры быстро падает, в то время как эффективность термодинамического цикла растет с увеличением температуры.

Поэтому в целом необходима оптимизация радиационных характеристик селективных приемников с учетом общего КПД теплоэнергетической установки. Идеализация задачи [10] заключалась в следующем – перепад температур между температурой стенки приемника и теплоносителя отсутствует; температура холодного источника в цикле Карно равна температуре окружающей среды. Задача была рассмотрена для случаев «черного», «серого» и «селективного» приемника. Было показано, что для всех этих случаев имеется оптимальная относительная температура приемника (отношение температуры приемника к его равновесной температуре при заданной плотности (концентрации) падающего излучения), при которой обеспечивается максимальный КПД энергоустановки. Авторы отмечают «Необходимо оговорится, что в нашем анализе мы сознательно не затрагивали специфических вопросов, касающихся свойств селективных поверхностей

вообще. Среди них, по нашему мнению, пристального внимания заслуживает изучение возможности сохранения стабильности отношения α_S/ε_T для реальных селективных поверхностей в широком диапазоне температур. Этот вопрос не входит в общий аспект нашего рассмотрения, но в то же время он является принципиально важным для гелиотехники и должен быть в будущем самостоятельно разобран». Отметим, что в полученные выражения для КПД не входит в явном виде концентрация (косвенно она входит в относительную температуру приемника t и одновременно в относительную температуру холодного «источника» t_0 , что приводит как бы к обобщенным кривым и для цикла Карно, в то время, как известно, при уменьшении температуры горячего источника КПД резко падает. Для разграничения этих случаев на графиках приведены оба параметра t и t_0 .

ЛИТЕРАТУРА

1. **Авезов Р.Р., Орлов А.Ю.** Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. – Т.: Фан, 1988. – 300 с.
2. **Авезова Н.Р., Касымов Ф.Ш.** Эффективный коэффициент поглощения солнечного излучения в лотковых солнечных водонагревательных коллекторах с открытой поверхностью испарения // Гелиотехника. –Ташкент. 2009. -№4. С.31-35.
3. **Байматов Т., Газиев У.Х., Абидов Т.З.** Исследование теплоприемника солнечной энергии. // Гелиотехника, 1979.- №3. – С. 37-40.
4. **Байматов Т., Дурсунов Н.Ч., Умаров Г.Я., Газиев У.Х.** Исследование теплотехнических характеристик солнечного коллектора с селективным покрытием и вакуумной теплоизоляцией. // Гелиотехника, 1981. - №6. –С.25-27.
5. **Клычев Ш.И.** Моделирование приемно – концентрирующих устройств солнечных теплоэнергетических установок.: Дис. д.т.н- Т.: ФТИ. 2004. - 268 с.

6. Клычев Ш.И. и др. Теплотехнические характеристики солнечных установок типа “горячий ящик”. // Гелиотехника, 2003. - №2. - С.45-49.

7. Орлов А.Ю., Аvezов Р.Р. Пассивные системы солнечного отопления. В кн. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения. – М.: Стройиздат. 1990. С.110-143.

8. Тепляков Д.И., Апариси Р.Р. Тепловая оптимизация солнечных энергетических станций: концентрация излучения и температура рабочего тела. // Гелиотехника, 1977. - №4, - С 38-47.

9. Шейндлина А.Е. Излучательные свойства твердых материалов. Справочник. под общ. ред. - М: Энергия, 1974. - 585 с.

10. Duffie J., Beckman W. Solar engineering of thermal processes. New York. Wiley, 1991. – 919 p.

11. Атоева М.Ф. Периодичность обучения физике. Аспирант и соискатель.– Москва, 2010. –№6. – С. 41-43.

12. С.К.Каххоров, Атоева М.Ф. Периодичность в качестве педагогической закономерности обучения физики. Педагогические науки. –Москва, 2010. –№ 6. – С. 56-59.

13. Атоева М.Ф. Эффективность обучения электродинамике на основе технологии периодичности. The Way of Science. – Volgograd, 2016. –№ 10 (32). – P.65-66.