

Изобретение относится к области гелиотехники и может быть использовано при экспериментальном определении динамических характеристик солнечных коллекторов (СК).

Известен способ статических испытаний СК, в результате проведения которых определяют "постоянные" стационарной модели СК - оптический КПД, $\eta_0 = F(\alpha)_e$ и коэффициент теплопотерь, $V_0 = F^{-1} \cdot U_L$, которые затем используют для моделирования режимов работы СК (ГОСТ 28310 - 89. Коллекторы солнечные. Общие технические условия).

Однако в реальных условиях СК работают в резко нестационарном режиме, определяемом не столько его суточной цикличностью, сколько гораздо более высокой частотой поступления солнечного излучения, вызванной периодической облачностью, что диктует необходимость использования динамических характеристик СК для моделирования реальных режимов его работы.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к заявляемому является способ экспериментального определения динамических характеристик СК (приведенной теплоемкости СК - $C_{пр}$ и эффективного параметра теплопотерь СК - $K_{эф}$) в регулярном режиме 1 - го рода (Вейнберг В.Б. Оптика в установках для использования солнечной энергии. - М.: Оборонгиз, 1959. - С.197), в котором проводят пять экспериментов с различным заполнением (точнее, степенью заполнения) полости теплоприемника СК - водой, при этом каждый эксперимент включает следующие операции: СК нагревают до максимальной рабочей температуры солнечным излучением, затем его затевают и измеряют текущие температуры СК в процессе охлаждения t_{α} и окружающего воздуха t_b вплоть до конечной температуры $t_k = t_b + 10^\circ\text{C}$ и, наконец, определяют постоянную времени T_1 системы "СК - вода", т.е. величину, обратную темпу т охлаждения СК в регулярном режиме 1 - го рода (Кондратьев Г.М. Регулярный тепловой режим. ГТТИ, 1954).

Заключительной операцией способа является построение графика зависимости постоянной времени T_1 системы "СК - вода" от теплоемкости воды, залитой в полость теплоприемника СК - $(mC_p)_i$, и определение графическим методом динамических характеристик СК - как отрезков, отсекаемых прямой, обобщающей экспериментальные точки, на осях координат графика.

Основным недостатком данного способа испытаний является низкая точность определения динамических характеристик СК - $C_{пр}$ и $K_{эф}$.

Это вызвано, во-первых, методической погрешностью способа, обусловленной тем, что большую часть экспериментов проводят с СК, теплоприемник которого заполнен водой лишь частично. При этом, в соответствии с теорией регулярного режима, одна часть СК охлаждается с одним темпом m_1 , а другая часть СК - с другим темпом m_2 , поэтому температурное поле СК в процессе охлаждения резко искажается. Во-вторых, проводят много (5!) экспериментов, каждый из которых имеет длительность до пяти часов (поскольку диапазон температур охлаждения очень велик - от $t_n = t_b + 80^\circ\text{C}$ до $t_k = t_b + 10^\circ\text{C}$, он составляет 70°C), поэтому испытания продолжаются более одного светового дня, что приводит к изменению метеоусловий в период испытаний, а соответственно, и к большому разбросу экспериментальных точек.

И, наконец, в-третьих, большая методическая погрешность известного способа обусловлена использованием графического метода определения искомых значений динамических характеристик СК - $C_{пр}$ и $K_{эф}$.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования способа динамических испытаний СК, в котором сокращением числа экспериментов до двух, проведением обоих экспериментов с СК, теплоприемник которого заполнен, причем различными теплоносителями, а также использованием аналитического метода (формул) для определения динамических характеристик СК - $C_{пр}$ и $K_{эф}$ обеспечивается значительное сокращение методической погрешности способа испытаний за счет этого резкое повышение точности определения искомых характеристик СК.

Поставленная задача решается тем, что в способе динамических испытаний СК путем осуществления экспериментов с различным заполнением теплоприемника СК, в каждом из которых предварительно нагретый до максимальной рабочей температуры СК подвергают свободному охлаждению в окружающей среде, при этом измеряют текущую температуру СК и окружающего воздуха и находят постоянную времени T системы "СК - теплоноситель" в регулярном режиме 1-го рода. Согласно изобретению испытания проводят в форме двух экспериментов с различными теплоносителями, заполняющими полость теплоприемника, а динамические характеристики СК определяют по формулам

$$C_{пр} = \frac{T_1 (mC_p)_2 - T_2 (mC_p)_1}{T_2 - T_1},$$

$$K_{эф} = \frac{\Delta(mC_p)_f}{T_2 - T_1},$$

где $\Delta(mC_p)_f = (mC_p)_2 - (mC_p)_1$ - разность теплоемкостей теплоносителей, заполняющих полость теплоприемника СК, в первом $(mC_p)_1$ и во втором - $(mC_p)_2$ экспериментах, соответственно; T_1 и T_2 "постоянные времени" системы "СК - теплоноситель" в регулярном режиме охлаждения СК в первом и втором экспериментах, соответственно.

Кроме того, согласно изобретению, предварительный нагрев СК до максимальной рабочей температуры t производят путем заполнения полости теплоприемника СК горячим теплоносителем, измерение текущей температуры СК проводят в области "регулярной поверхности" системы "СК - теплоноситель", а регистрацию текущей температуры процесса охлаждения СК завершают сразу после наступления регулярного режима 1 - го рода.

Такой способ динамических испытаний СК обеспечивает, во-первых, минимально возможное количество экспериментов, число которых необходимо и достаточно для совместного определения сразу двух характеристик динамической модели СК ($C_{пр}$) и $K_{эф}$, во-вторых, использование различных теплоносителей (с различной объемной теплоемкостью) позволяет оба эксперимента проводить с

заполненным теплоприемником, а в-третьих, проведение экспериментов с заполненным теплоприемником исключает методическую погрешность, вызванную искажением температурного поля СК за счет различных темпов охлаждения заполненной и пустой части теплоприемника, и в-четвертых, использование аналитического метода (формул) при определении искомых характеристик СК позволяет исключить методическую погрешность графического метода, принятого в прототипе.

Кроме того, предварительный нагрев СК до t_n путем заполнения полости теплоприемника СК горячим теплоносителем, измерение текущей температуры СК в области "регулярной поверхности" системы "СК - теплоноситель" и завершение регистрации текущей температуры процесса охлаждения СК сразу после наступления регулярного режима резко сокращает продолжительность проведения экспериментов, а следовательно, сводит к минимуму изменение метеоусловий в течение испытаний, что снижает соответствующие методические погрешности при определении темпов охлаждения СК в каждом эксперименте.

Не выявлено известных технических решений, которым аналогичные или эквивалентные отличительные признаки придавали бы такие же свойства.

Предположение поясняется следующим: в соответствии с теорией "регулярного режима" постоянная времени T свободного охлаждения системы "СК - теплоноситель", равна отношению приведенной теплоемкости системы к эффективному значению параметра теплопотерь: $T = C_{пр}^{сист} / K_{эф}$. Приведенная теплоемкость системы "СК - теплоноситель" складывается из приведенной теплоемкости СК с пустым теплоприемником - C и теплоемкости теплоносителя, заполняющего его полость - (mC_p) . Таким образом:

$$T = \frac{C_{пр} + (mC_p)_f}{K_{эф}}, \quad (1)$$

где постоянная времени T (с) есть величина, обратная темпу охлаждения СК в регулярном режиме: $T_i = m_i^{-1}$.

Проводя два эксперимента с различными теплоносителями, заполняющими теплоприемник СК, получают систему двух уравнений типа (1) с двумя неизвестными $C_{пр}$ и $K_{эф}$:

$$\begin{cases} T_1 = [C_{пр} + (mC_p)_1] / K_{эф} \\ T_2 = [C_{пр} + (mC_p)_2] / K_{эф} \end{cases} \quad (2)$$

Решая полученную систему получают следующие выражения для искомых величин:

$$C_{пр} = \frac{T_1 (mC_p)_2 - T_2 (mC_p)_1}{T_2 - T_1},$$

$$K_{эф} = \frac{\Delta(mC_p)_f}{T_2 - T_1}, \quad (3)$$

где $\Delta(mC_p)_f = (mC_p)_2 - (mC_p)_1$ - разность теплоемкостей теплоносителей, заполняющих полость теплоприемника СК.

Таким образом, при косвенном определении двух физических величин необходимо и достаточно проведения двух экспериментов в различных условиях, что обеспечивается в данном случае использованием различных теплоносителей с различной теплоемкостью: $(mC_p)_1$ и $(mC_p)_2$. Возможность аналитического решения системы уравнений (2) позволяет найти аналитические формулы (3) и использовать в способе испытаний аналитический метод определения искомых характеристик $C_{пр}$ и $K_{эф}$.

Дополнительное предложение поясняется следующим: использование для предварительного нагрева СК до t_n горячего теплоносителя значительно сокращает продолжительность нагрева по сравнению с нагревом СК солнечным излучением. Это во-первых. Во-вторых, измерение текущей температуры охлаждения СК в области "регулярной поверхности", т.е. в том месте, где "регулярный режим" наступает раньше, чем в других точках СК (для СК - это центр симметрии на пересечении осей теплоприемника прямоугольной формы, причем на его тыльной поверхности со стороны слоя теплоизоляции СК), обеспечивает минимальную длительность начального (иррегулярного участка) охлаждения СК. В-третьих, проведение каждого эксперимента лишь до момента наступления "регулярного режима", т.е. момента, начиная с которого темп охлаждения (относительная скорость изменения температуры СК) становится величиной постоянной и в дальнейшем с течением времени не изменяется, резко сокращает длительность каждого эксперимента.

Таким образом, все признаки дополнительного предложения направлены на снижение продолжительности испытаний, что уменьшает погрешность, вносимую изменением метеоусловий, происходящими за время испытаний.