

УДК 697.2:662.9

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПЛОСКОГО СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНСТРУКЦИИ ЛИСТ-ТРУБА

*Малых В.В., Удалов С.Н., Захаров А.А.*

*ООО «Сибэкodomстрой», г. Новосибирск*

*Новосибирский Государственный Технический Университет, г. Новосибирск*

В статье приведена методика расчета плоского солнечного коллектора (СК) с применением конструкции труба-лист.

В моделях с сосредоточенными параметрами пространственные изменения величин не анализируются. Теплофизические свойства теплоносителя (воды), воздушных прослоек в светопрозрачных ограждениях принимаются неизменными, и следовательно, коэффициенты теплоотдачи считаются однородными во всем объеме СК.

Модели с распределенными параметрами учитывают детальные изменения режима переноса теплоты при движении от одной координаты поверхности к другой. Модели СК с сосредоточенными параметрами проще, чем модели с распределенными параметрами, но последние более точны с методологической точки зрения, поскольку позволяют рассматривать СК как очень большое число соединенных между собой микротеплообменников. В пределах элементов поверхностей, в которых срабатываемые температурные перепады теплофизических свойств воды и воздуха можно с большой достоверностью принимать постоянными.

Модели с распределенными параметрами используют в интервально-итерационных расчетах, которые аналогичны численному интегрированию дифференциальных уравнений теплопередачи и теплового баланса с изменяющимися в ходе каждой итерации граничными условиями [1].

В алгоритм интервально-итерационных расчетов заложены конечно-разностные процедуры, в соответствии с которыми теплообменная поверхность СК разбивается на большее число интервалов, где температурный перепад будет соответствовать неравенству  $T_{i+1} - T_i \leq 3^\circ\text{C}$ . Рассчитывать за один проход такую систему невозможно в виду неопределенности значений конечных температур элемента и его поверхности.

При исследовании процессов теплообмена вводятся следующие допущения:

а) теплоотводом через внешнюю поверхность трубы на «теневом» участке трубы пренебрегаем;

б) распределение температуры по толщине стенки трубы в виду её малой толщины и высокой теплопроводности алюминия принимается равномерной;

в) линейный размер для теплового расчета цилиндрического ребра принимается по внешнему диаметру трубы  $D = 11,5$  мм,

г) в расчетах цилиндрическую стенку трубы в тепловом отношении рассматриваем, как плоскую стенку,

д) коэффициент теплоотдачи в трубе при вынужденной конвекции  $\alpha_{nom}$  и температура воды на исследуемом участке  $T_{nom}$  принимается постоянной.

СК имеет комбинированные светопрозрачные покрытия в направлении движения теплоносителя. Таких участков на общей панели СК создается четыре:

1) абсорбер накрыт обычным оконным стеклом;

2) абсорбер накрыт стеклом с селективным покрытием;

3) абсорбер накрыт однокамерным стеклопакетом;

4) абсорбер накрыт однокамерным стеклопакетом, в котором одно из стёкол имеет селективное покрытие (ближе к абсорберу);

Стекла с теплоотражающей плёнкой (селективные покрытия) приобретает способность пропускать коротковолновое излучение в диапазоне от 0,2 до 2 мкм и почти полностью (до 90%) отражать длинноволновое (инфракрасное) излучение в диапазоне от 2,5 до 16 мкм. Обычное оконное стекло (без теплоотражающей плёнки) пропускает длинноволновое излучение в указанном диапазоне с коэффициентом пропускания, равным примерно 0,7. При этом этот коэффициент пропускания обусловлен вторичным излучением стеклянной поверхности, в виду высокой поглощательной способности оконного стекла,  $\varepsilon = 0,937$ .

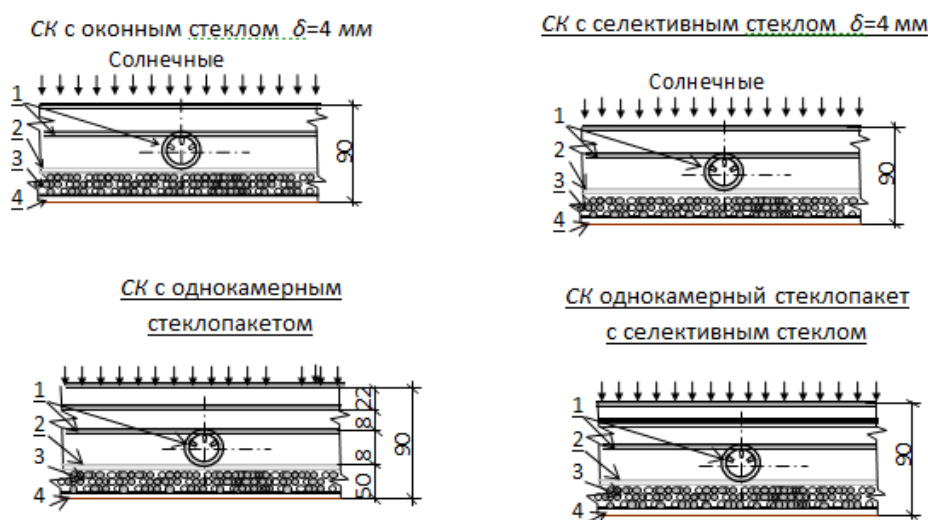


Рис.1. Элементы СК с различным видом прозрачного ограждения

Результирующий тепловой поток на третьем участке с однокамерным стеклопакетом с установленным в нём теплозащитным стеклом равен:

$$q_3 = k_1^i (T_{аб} - T_n) \quad (1)$$

где  $k_1^i$  – приведённый коэффициент термического сопротивления и теплопередачи,  $T_{аб}$  – температура на поверхности абсорбера,  $T_n$  – наружная температура воздуха [2].

Следует заметить, что тыльная сторона абсорбера лист-труба не зачерняется.

СК выполняются корпусными секциями из тонкого оцинкованного стального листа толщиной 0,5÷0,7 мм и укладываются на деревянную обрешётку кровли. Так как днище СК не соприкасается с наружным уличным воздухом поэтому расчётная внешняя температура в тепловом балансе принимается за температуру неотапливаемого чердака  $T_n = T_{черд}$  [3].

Расчет солнечного коллектора (СК) проводим методом итераций. Зададимся температурой воздуха 20 °С. После прохождения восьми участков, расчет повторяем, принимая температуру на входе равной температуре на выходе в предыдущем цикле. Зададимся приходом солнечной радиации  $E = 1000 \text{ Вт/м}^2$ , учитывая, что в зависимости от вида стеклянного ограждения величина, доходящая до абсорбера, изменяется. Так, для стеклянного ограждения приход солнечной радиации уменьшается в 0,8 раз ( $800 \text{ Вт/м}^2$ ), для стеклянного ограждения с ТОПом – в 0,75 раза ( $750 \text{ Вт/м}^2$ ) для стеклопакета – в 0,7 раз ( $700 \text{ Вт/м}^2$ ), для стеклопакета с ТОПом – в 0,65 раз ( $650 \text{ Вт/м}^2$ ). Выполняем 5 циклов.

Данная методика позволяет рассчитывать плоский солнечный коллектор с конструкцией лист-труба для любой местности.

### **Литература**

1. Удалов С.Н., Телегин А.В., Малых В.В. Математическая модель системы солнечного теплоснабжения с распределёнными параметрами для малоэтажных зданий. – Новосибирск, Материалы международной научно-практической конференции. – 2009. – 181-185с.
2. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов.-М.:Наука, 1986 г. – 387с.
3. Арнольд Л.В. Техническая термодинамика и теплопередача. М.: В. школа.- 1979. – 446с.