УДК 662.997

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ГЕЛИОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Туркпенбаева Б.Ж.

Бұл жұмыста коллерторлық жүйедегі «ыстық жашік» тәсілді қондырғылардың негізгі орын алатынын ескере отырып, гелиоқабылдағыш қондырғылардың энергетикалық тиімділігін аттырумен қатар конструктурларына талау жасалған.

In work test of constructions, increase of power efficiency of gelioacceptable devices are considered and collector systems like “hot box” takes the main place among them.

Использование солнечной энергии в настоящее время сводится в основном к производству солнечного низкопотенциального тепла с помощью простейших плоских солнечных коллекторов. Так, в США в 2002 году из 3.8 млн ГДж энергии, произведенной за счет солнечной энергии 3.7 млн ГДж энергии, представляет собой низкопотенциальное тепло, использованное для горячего водоснабжения, подогрева воды в плавательных бассейнах и, в меньшей степени для отопления. Тепловая производительность такой установки, существенно зависит от инсоляции, температуры окружающего воздуха, от конструктивного решения, применяемых высокоэффективных селективных покрытий, и других климатических факторов.

В настоящее время множество ученых, исследователей и инженеров работают в области разработок, анализа конструкций, повышения энергетической эффективности гелиоприемных устройствах, среди которых основное место занимают коллекторные системы типа «горячий ящик» [1]. Солнечные гелиоприемные устройства можно условно разделить на три основные группы: низко-, средне- и высокотемпературные [1]. Такая классификация основана на делении диапазона температур рабочих веществ, жидкостей или растворов, нагреваемых в них:

низкая температура до 40 °С (313 К);

средняя температура до 100 °С (373 К);

высокая температура свыше 100 °С.

Количество тепла, собираемого гелиоприемником, можно определить из общего уравнения энергетического баланса:

$$Qc=Qи+Qп+Qм \quad (1)$$

где Qc - тепло собираемое коллектором;

Qи - тепло используемое коллектором;

Qп - потери тепла коллектором;

Qм - количество тепла, поглощенного массой конструкции.

Если применяются только такие гелиоприемники, которые не имеют достаточной теплоемкости для сохранения тепла, то поглощенное массой конструкции тепло будет равно нулю ($Qм = 0$) и уравнение (1) будет следующим:

$$Qc = Qи + Qп \quad (2)$$

Эффективность гелиоприемника равна соотношению полезной энергии Qи = (Qc – Qп) к общей энергии, падающей на него Q, тогда

$$\eta = [(Qc-Qи)/Q]\cdot 100 \quad (3)$$

Общее количество энергии Q , включает как прямое, так и рассеянное (диффузное) излучение.

$$Q = I_D + Id , \quad (4)$$

где I_D - количество прямого солнечного излучения, падающего на перпендикулярную поверхность приемника; Id –количество рассеянной солнечной радиации. Из уравнения (3) видно, что эффективность гелиоприемника в большей степени определяется значением числителя, который прямо зависит от его конструкции. Когда рабочее вещество, жидкость или растворы должны иметь температуры близкие к температуре окружающей среды, то целесообразным является использование низкотемпературных гелиоприемников. Расход жидкости в гелиоприемнике поддерживается на таком уровне, чтобы перегрев не превышал 10 - 15 °С относительно окружающей среды. В климатических зонах где средняя летняя температура составляет +25 - +30°С общая рабочая температура конструкции может составить 35 - 40 °С. Потери тепла Qп сильно зависят от общей температуры рабочих веществ, жидкости (или раствора). Так как в низкотемпературных гелиоприемниках общая температура рабочей жидкости относительно окружающей среды незначительна, то и потери тепла Qп будут незначительны, что позволяет избежать применения в таких конструкциях изоляции и оставить только один основной элемент конструкции - поглотитель энергии - трубку, которая является одновременно и теплопередающим элементом [2].

Низкотемпературные гелиоприемники по стоимости гораздо экономичнее гелиоприемников других групп. Рассмотрим возможные способы построения конструкций низкотемпературных гелиоприемников.

При разработке и проектировании гелиоприемников подобной группы необходимо учитывать следующие требования: соответствующий контур протекания рабочей жидкости, эффективное поглощение солнечной энергии и эффективная передача улавливаемой гелиоприемником энергии к рабочей жидкости, невысокая стоимость конструкции, повышенный срок службы и надежность работы. Соответствующий контур протекания рабочей жидкости (коллекторный или змеевиковый способ соединения трубок, число ходов рабочей жидкости в гелиоприемнике, плотность укладки труб на единице поверхности) выбирается из величины расхода и условий естественного протекания. В поперечном сечении, перпендикулярном движению рабочей жидкости, трубка - поглотитель может иметь различную геометрическую конфигурацию в виде простых профилей (круглого, треугольного, прямоугольного, овального, элиптического и т.д.), ориентируемых большей стороной к потоку солнечной радиации. Поглотитель может выполняться из металла или пластика.

Требования к эффективной абсорбирующей способности поверхности поглотителя можно удовлетворить, применяя селективные покрытия обогреваемой части.

Существует несколько возможных вариантов нанесения слоя селективного покрытия, если основной материал, из которого сделан поглотитель прозрачный пластик. Селективное покрытие наносится или на верхней (поверхности) части трубки, или покрывается нижняя внутренняя поверхность омываемая прозрачной рабочей средой. Последний способ нанесения селективного покрытия удовлетворяет в полной мере требование об эффективном переносе поглощаемого тепла к рабочей жидкости. Однако в таких конструкциях теплоперенос полностью зависит от теплопроводности пластика и толщины стенок конструкции.

Рассмотренные конструкции низкотемпературных гелиоприемников просты в изготовлении, экономичны, легки и имеют достаточно высокий коэффициент полезного действия при правильном регулировании скорости расхода рабочей среды. Такие конструкции можно применять при непосредственном нагреве воды, для обогрева испарителей тепловых насосов, в отопительных системах и кондиционировании. Тем не менее, вышеперечисленные особенности конструкции низкотемпературных гелиоприемников в основных чертах сохраняются и в других группах гелиоприемников.

К среднетемпературным гелиоприемникам можно отнести конструкции выполненные по типу "горячего ящика". Такие конструкции употребляются для повышения температуры рабочей жидкости до 100 °С, при которой закипает вода или десорбируются бинарные растворы [2]. Повышение температурного уровня приводит и к повышению в уравнении теплового баланса (1) потерь тепла $Q_п$, что отрицательно сказывается на эффективности гелиоприемника (3). Поэтому в конструкциях среднетемпературных гелиоприемников необходимо применять изоляцию с высоким термическим сопротивлением, окружающую контур поглотителя с нижней стороны. Чтобы уменьшить потери тепла с верхней стороны контура поглотителя, обогреваемого солнцем, необходимо огородить нагреваемые элементы одним или более слоями прозрачных крышек. Это создает так называемый оранжерейный (парниковый) эффект и слой термоустойчивого неподвижного воздуха. Нижний и верхний изоляционные слои, а также сам контур поглотителя, должны быть конструктивно заключены в каркас, который для уменьшения боковых потерь тепла тоже должен изолироваться. Такая конструкция является габаритной, материалоемкой и по стоимости значительно дороже, чем гелиоприемники первой группы. Кроме того, в таких конструкциях накладываются дополнительные условия при установке и выборе контура протекания рабочей жидкости, из-за возможного образования паровых пробок в случае применения системы для непосредственной десорбции раствора.

Третья группа включает в себя конструкции, у которых солнечное излучение фокусируется в поглотителе и которые обеспечены, по сравнению со среднетемпературными, устройством для преломления солнечных лучей [3]. Очевидно стоимость и сложность изготовления гелиоприемников третьей группы значительно выше, чем первых двух групп. Высокотемпературные гелиоприемники также можно успешно применять там, где непосредственно необходима очень высокая температура или для обеспечения подходящих

рабочих температур на входе тепловых устройств, эффективность которых зависит непосредственно от разницы в температуре между входом и выходом.

Литература:

1. Корбанов Г.П. Установки для использования солнечной энергии. М.: Изд-во МЭИ. 1996. 112 с.
2. Туркпенбаева Б.Ж. Моделирование и разработка энергосберегающих гелиоэнергетических комплексов для получения тепла и холода //Материалы Международной научно-практической конференции. 2006. Волгоград: из-во ВСХА, 2006. С. 32-37
3. Руденко М.Ф., Туркпенбаева Б.Ж. Моделирование и анализ концентраторов солнечной энергии для гелиоприемных устройств //Вестник АГТУ. ноябрь-декабрь. 2006. №6(35). С.136-142
4. Руденко М.Ф., Туркпенбаева Б.Ж. Разработка и внедрение гелиоэнергетической техники для отопления и горячего водоснабжения /Материалы VI Международной научно-практической конференции «Экология и безопасность жизнедеятельности». Раздел «Ресурсоэнергосбережение – фактор экологической и техногенной безопасности». 2006. Пенза: из-во ПДК, С. 83-85