

лучи на неподвижном теплоприёмнике 5. В него насосом подаётся вода, она превращается в пар, который подаётся в турбину, вращающую электрогенератор (это пример действия гелиостанции в качестве паросиловой установки).

Вращение платформы 2 осуществляется импульсами при помощи соленоида поворота 6. При его включении внутрь катушки втягивается сердечник, он тянет коробку 7, которая заклинивает шайбу 8 между наклонной стороной 9 и боковой поверхностью платформы 2 через открытую часть коробки 10, с прижатием пружины коробки 11 (аналог – «обгонная муфта»). Поэтому движение сердечника передаётся платформе 2, она поворачивается вокруг своей оси О (здесь – по часовой стрелке). Параметры движения: ход сердечника, шайбы, коробки 5...50 мм, поворот платформы 1...10°, период выключения 10сек...5 мин, время выключения 0,1...0,5 сек. Эти параметры обусловлены недопущением схода фокусного пятна с теплоприёмника 5 и надёжностью работы фрикционных элементов.

При отключении соленоида поворота 6 пружина соленоида поворота 13 оттягивает коробку 7 назад (по чертежу – вверх), шайба 8 выходит из зацепления с платформой 2, система возвращается в исходное состояние, готовая к новому включению соленоида поворота. Так осуществляется импульсное («цифровое») движение гелиоконцентратора.

Частота включения соленоида поворота 6 должна быть такой, чтобы: 1) полный оборот платформы совершался ровно за 24 часа и 2) направление оси гелиоконцентратора точно соответствовало по времени сторонам света (в 12 часов местного времени точно на юг). Частота реле 14 регулируется

задатчиком 15. Точно подобрать частоту выполнения соленоида поворота 6 трудно, он может меняться от внешних и внутренних непредвиденных причин, поэтому требуется корректор поворота.

В 12⁰⁰ часов каждые сутки (может быть и другой режим) от электрических часов 22 подаётся импульс на катушку соленоида коррекции 18, сердечник втягивается по направляющим, оси рычагов 17 движутся к соленоиду коррекции 18, ролики 20 сдвигают рычаги 17, сжимая пружину рычагов 19. Конец одного из рычагов 17 соприкасается со штырём 16: если вращение платформы отстаёт от графика, штырь 16 в секторе А ближе к верхнему рычагу 17, он его передвигает (по чертежу – по часовой стрелке), линия ОС устанавливается на юг. Если вращение платформы 2 опережает график, штырь 16 находится в секторе А ближе к нижнему рычагу 17, и он передвигает штырь вверх (по чертежу), линия ОС возвращается «на юг». Если в этот момент штырь 16 находится строго на радиусе «О – ось рычагов 17», коррекция не нужна, рычаги просто сжимаются. После отключения импульса от 22 рычаги расходятся, давая свободный проход штырю 16. Для облегчения поворота платформы 2 во время коррекции кулиса отжатия 23 отводит коробку 7 с шайбой 8 от платформы 2. Если срабатывает верхний рычаг 17, контакт 21 подаёт сигнал в задатчик 15 реле 14 на увеличение частоты включения соленоида поворота 6, если нижний – на оборот. Движение гелиоконцентратора 4 в вертикальной плоскости происходит благодаря подъёму (опусканию) тяги механизма 24 поворота гелиоконцентратора в вертикальной плоскости, движущейся вместе со стойкой 3.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В БЕЛАРУСИ

Колпащиков В.Л., Кривошеев Ю.К.

Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси

Как известно [1], солнечное теплоснабжение, т.е. использование солнечной энергии для горячего водоснабжения и отопления в жилищно-коммунальной и производственной сферах получило в мировой практике наибольшее распространение по сравнению с другими направлениями применения этого энергисточника. Для оценки эффективности солнечного теплоснабжения в том

или ином пункте или регионе недостаточно только климатической информации, но необходимо иметь количественные данные, характеризующие эффективность применения солнечных энергоустановок. Под установками солнечного теплоснабжения подразумеваются наиболее распространённые установки и системы, основанные на использовании плоских солнечных коллекторов, в которых осу-

ществляется нагрев теплоносителя. Такие системы называются активными в отличие от пассивных систем, в которых поглощение и аккумулирование солнечной энергии осуществляется непосредственно элементами строительных конструкций зданий. Режимы работы активных энергоустановок могут быть следующими:

- участие в покрытии нагрузки отопления и горячего водоснабжения (режим круглогодичного горячего водоснабжения);
- участие в покрытии нагрузки только горячего водоснабжения в течение всего года (режим круглогодичного горячего водоснабжения);
- участие в покрытии нагрузки только горячего водоснабжения и только в неотапительный период (режим сезонного горячего водоснабжения).

Первые два режима требуют исполнения установки по двухконтурной схеме, когда в первом (коллекторном) контуре теплоносителем является незамерзающая жидкость, а тепло к потребителю отводится через теплообменник. Установки, работающие по третьему режиму, могут быть одноконтурными, заполненными водой. Такие установки представляют из себя плоский солнечный коллектор, состоящий из теплоизолированного с тыльной и боковых поверхностей корпуса, внутри которого размещена тепловоспринимающая панель, как правило, металлическая, окрашенная черной матовой краской. Сверху панель закрыта светопрозрачным ограждением, представляющим собой одностекольное покрытие, для уменьшения конвективных и радиационных потерь в атмосферу. Панель внутри имеет каналы, по которым прокачивается нагреваемая вода, и является теплообменником. Нагретая вода направляется в бак-аккумулятор, гидравлически соединенный с солнечным коллектором. Циркуляция воды между солнечным коллектором и баком-аккумулятором может осуществляться принудительно с помощью циркуляционного насоса или за счет естественной конвекции, при этом бак должен располагаться выше солнечного коллектора. Коллектор устанавливается под углом к горизонту β , равным широте местности $\varphi - 15^\circ$.

Методы расчета активных систем позволяют на основе использования климатической информации и с учетом характеристик используемого оборудования определять их основные параметры – коэффициент замещения нагрузки (доля солнечной энергии в покрытии нагрузки) f за некоторый рассматриваемый период времени (месяц, сезон, год), полезная производительность уста-

новки Q за этот период, площадь солнечных коллекторов в установке S . При фиксированной площади коллекторов F величины f и Q связаны очевидным соотношением $Q = fL$, где L – тепловая нагрузка за рассматриваемый период.

Проведена работа по расчетному определению указанных основных характеристик солнечных установок горячего водоснабжения в различных регионах Беларуси с целью выявления эффективности использования таких установок. Для этого было выделено 3 населенных пункта: Витебск, Минск, Гомель (север, центр, юг Беларуси), по которым имелась необходимая климатическая информация, а именно средние за месяц значения суммарной и рассеянной радиации на горизонтальную поверхность и среднемесячная температура воздуха. Результаты расчета прихода суммарной солнечной радиации на наклонную поверхность коллектора (МДж/м²день) представлены в табл. 1.

Таблица 1

Приход солнечной радиации на наклонную поверхность коллектора для различных климатических зон РБ

	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Витебск	13,89	17,27	19,24	18,29	15,52	11,92
Минск	14,19	17,88	19,57	18,55	15,97	12,64
Гомель	14,76	17,95	19,55	19,05	17,20	13,71

Для дальнейшего расчета был использован так называемый f – метод [2]. Он состоит в том, что вначале определяется расход теплоты на горячее водоснабжение в данном конкретном месяце Q . Сезонная доля солнечной энергии в покрытии тепловой нагрузки (или степень замещения топлива) равна:

$$f_{\text{сез}} = \sum f Q_{\text{сез}} / \sum Q_{\text{сез}}$$

Коэффициент замещения f , рассчитанный для каждого месяца, эмпирически можно связать с двумя безразмерными комплексами:

$$X = F \cdot K (T_A - \overline{T_B}) \Delta t / Q, \quad Y = F \eta_0 \overline{E}_D / Q,$$

где Δt – число секунд в месяце; T_A – базисная температура, принятая равной 100°C ; T_B – среднемесячная температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$; \overline{E}_D – среднемесячный дневной приход суммарной солнечной радиации на наклонную поверхность коллектора, Дж/(м²день), F – площадь коллектора, м², K – суммарный коэффициент тепловых потерь, Вт/(м²К), η_0 – эффективный оптический КПД коллектора.

Безразмерные комплексы X и Y имеют определенный физический смысл: Y можно трактовать как отношение количества энергии, поглощаемой пластиной коллектора в течение месяца, к полной тепловой нагрузке; X — отношение месячных тепловых потерь коллектора при базисной температуре к полной месячной тепловой нагрузке.

Зависимость между X , Y и f можно аппроксимировать следующим уравнением:

$$f = 1,029 Y - 0,065 X - 0,245 Y^2 + 0,0018 X^2 + 0,0215 Y^3,$$

где $0 < Y < 3$ и $0 < X < 18$.

Были проведены расчеты для простейшего коллектора с однослойным остеклением ($K=8$ Вт/(м²К), $\eta_0=0,85$) при ежедневном расходе 90 литров на человека горячей воды температурой 55°C. Установлено, что в условиях г. Гомеля

(юг Беларуси) при площади коллектора 1 м², приходящейся на одного человека, будет достигнут коэффициент замещения $f=0,5$. На севере Беларуси этот коэффициент составляет величину $f=0,45$, что говорит о возможности использования солнечных систем сезонного горячего водоснабжения в нашей республике.

Литература

1. Системы солнечного тепло- и холодоснабжения // Под ред. Э.В.Сарницкого и С.А. Чистовича. М.: Стройиздат, 1990.
2. Бекман У., Клейн С., Даффи Дж. Расчет систем солнечного теплоснабжения. - М.: Энергоиздат, 1982.

ГАЗОПЛАМЕННОЕ НАПЫЛЕНИЕ ПОКРЫТИЙ – НАДЕЖНАЯ ЗАЩИТА ДЕТАЛЕЙ ОТ РАЗРУШЕНИЯ

Манойло Е.Д.

Институт сварки и защитных покрытий НАН Беларуси

Интенсивное развитие различных отраслей народного хозяйства сопровождается потребностью в материалах с высокими эксплуатационными характеристиками. Так как все детали машин, механизмов и сооружений находятся во взаимодействии с окружающей средой – газами, жидкостями и твердыми телами, то на их поверхностях протекают физико-химические процессы – адсорбция, коррозия, эрозия, трение и т.д., от активности которых зависит ресурс работы изделий. Существенно снизить скорость процессов взаимодействия рабочей поверхности изделия с окружающей средой позволяет использование защитных покрытий [1]. При этом следует изготавливать основную часть детали из мало дефицитного (дешевого) материала с достаточными технологическими и физико-механическими свойствами, а поверхностный слой – из материала, обладающего комплексом защитных свойств от воздействия окружающей среды. Для формирования на деталях слоев покрытий с необходимыми функциональными свойствами широко применяются методы газопламенного напыления покрытий.

Первый аппарат для напыления покрытий из расплавленного металла подогретым газом был изобретен швейцарским инженером Максом Ульрихом Шоопом в 1905г. В 1912г. им же был скон-

струирован работающий на горючем газе аппарат для распыления проволоки, названный «пистолетом». Таким образом, газопламенному напылению покрытий – 100 лет.

Основными причинами создания процесса в начале 20 века были [2]:

- безвозвратные потери выплавленного металла от коррозии – до 30% в год;
- дефицит некоторых конструкционных материалов;
- возникновение технически сложных и совершенных объектов, теряющих работоспособность при потере от износа сотых долей от общей массы;
- недостаточное количество существующих технологий для решения проблем защиты от комплексного разрушающего воздействия окружающей среды.

Первые попытки использования газопламенного напыления в Российской империи относятся к 1912-1914 гг., когда М.У. Шооп получил Российскую «привилегию» на некоторые свои изобретения и в Санкт-Петербурге было организовано Товарищество «Металлизаторь», которое не смогло развернуть свою деятельность из-за начала мировой войны. Из-за дефицита ацетилена, только к концу 30-х годов газопламенное напыление возникло в Отделе металлизации Монтажно-технической конторы Глававтогена