

Солнечное воздушное теплоснабжение в регионах Сибири и Приморья

Лычагин А. А., инж.

Одна из проблем отечественной энергетики — теплоснабжение Восточных и Северных регионов, удаленных от электрических и газовых сетей и зависящих от дорогостоящего "северного завоза" традиционного топлива. Эти регионы охватывают 25 субъектов РФ, в том числе 12 краев и областей, 6 республик и 7 автономных областей. Существенной их особенностью является высокий потенциал солнечной энергии. Именно здесь отмечается максимальная продолжительность солнечного сияния в России — более 2400 - 2600 ч/год (для сравнения: в Сочи она не превышает 2000 - 2200 ч/год). При этом за счет прозрачности атмосферы и высокого альbedo интенсивность радиации в Восточных регионах России существенно выше, чем в ее европейской части. Однако использовать этот мощный энергетический потенциал с помощью известных жидкостных солнечных коллекторов (СК) круглый год практически невозможно, так как при характерных для этих регионов продолжительных и сильных морозах жидкий теплоноситель либо замерзает (вода), либо недопустимо густеет (антифриз). Кроме того, антифриз дорог и требует сложных двухкон-

турных схем циркуляции в системах солнечных установок.

В воздушных же солнечных коллекторах (ВСК) в качестве теплоносителя используется воздух, который не замерзает и не закипает, не токсичен, электрически нейтрален, доступен в любых количествах. Использование его существенно упрощает конструкцию и технологию изготовления коллекторов и снижает их стоимость по сравнению с СК. Таким образом, ВСК оптимально соответствуют условиям северных и восточных территорий России. Направляя поступающий из ВСК горячий воздух для прямого обогрева помещений и подогрева воды, можно эффективно эксплуатировать воздушные солнечные установки 8 мес. в году. В состав установок наряду с ВСК входят воздухопроводы, вентиляторы, тепловые аккумуляторы, автоматика, силовая и соединительная арматура и др.

Ковровский механический завод (КМЗ) на базе серийно выпускаемого им жидкостного СК разработал, испытал и подготовил к производству ВСК типа 3.224.000.00 (рис. 1Л. Коллектор состоит из плоского корпуса 1. прозрачной изоляции (стекло толщиной 3 мм с уплотнителем) 2, тепловой изоляции 3. представляющей собой пустотелый воздухо-

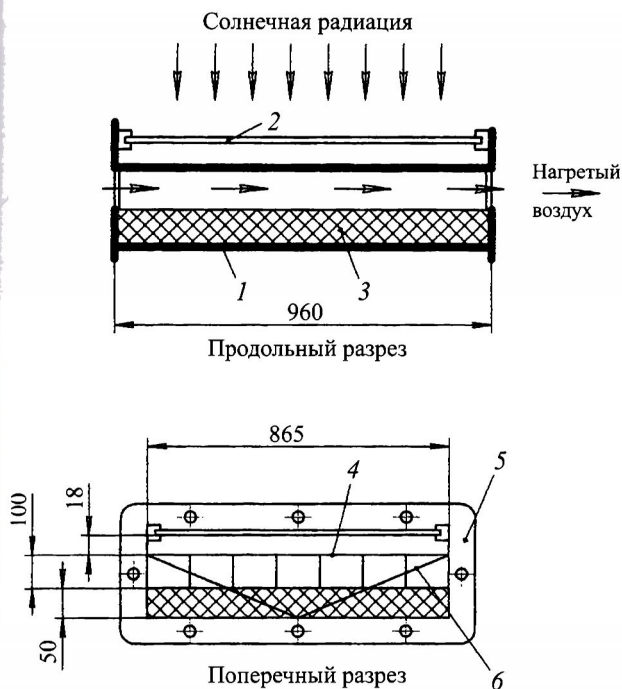


Рис. 1. Схема воздушного солнечного коллектора КМЗ

непроницаемый короб. Между прозрачной и тепловой изоляцией расположена поглощающая панель 4, в которой осуществляется преобразование солнечной радиации в тепло циркулирующего по ее каналам воздуха. Плоские фланцы 5 с резиновыми уплотнителями служат для соединения коллекторов между собой и с воздушной системой солнечной энергетической установки.

Для повышения эффективности коллектора его поглощающая панель выполнена из элементов, изготовленных из тонкого (толщиной 0,8 мм) стального листа и имеющих поперечное сечение в форме прямого угла. Элементы сварены между собой контактной сваркой внахлест так, что их горизонтальные поверхности образуют солнцеприемную плоскость, а вертикальные (ребра) — каналы для движения воздуха. Поскольку каждый элемент изготовлен из цельной пластины, теплопередача от ее горизонтальной облучаемой солнцем поверхности к ребрам и теплоносителю идеальна. В плоскости стыковочных фланцев установлены пластины 6, укрепляющие корпус и одновременно рассекающие воздушный поток для увеличения уровня его возмущения, что повышает интенсивность теплообмена. Ряд деталей инфицирован с соответствующими деталями ГК КМЗ, что существенно повышает эффективность производства ВСК.

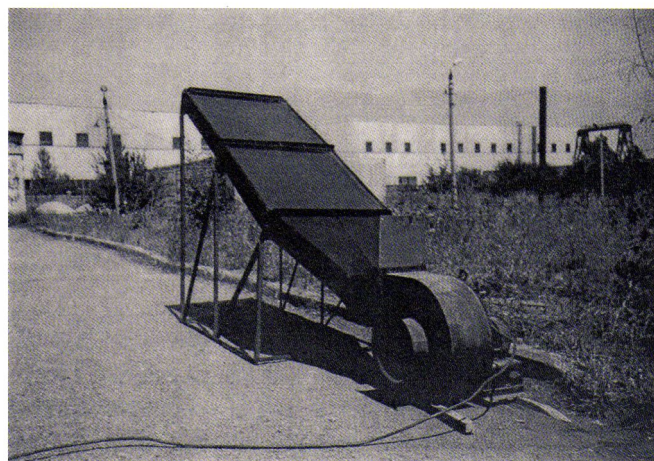


Рис. 2. Внешний вид экспериментальной установки

Все основные конструкторские решения ВСК КМЗ защищены патентами РФ. Для определения параметров ВСК КМЗ институтом "Ростовтеплоэлектропроект" в Таганроге под руководством канд. техн. наук А. А. Чернявского проведены натурные испытания. Для этого были разработаны программа и методики, спроектирован и изготовлен стенд, общий вид которого с установленными на нем коллекторами представлен на рис. 2.

Одновременно испытывались два состыкованных коллектора. В процессе опытов по каналам ВСК с помощью вентилятора с разной скоростью подавали воздух. На входе и выходе определяли скорость потока и его температуру. В плоскости прозрачной изоляции измеряли интенсивность солнечного излучения. Для расчетов на базе полученных данных разработана специальная компьютерная программа.

Расчеты проведены для следующих рабочих параметров: скорость воздушного потока — от 0,5 до 14 м/с, расход воздуха через ВСК — от 120 до 3500 м³/ч. Результаты в графическом виде представлены на рис. 3. По итогам испытаний были сделаны выводы:

КПД ВСК находится в сложной зависимости от скоростей воздушного потока, особенно в области ее малых значений — до 1,0- 1,2 м/с;

оптимальная эффективность ВСК соответствует скоростям потока в диапазоне 1,5-2,0 м/с;

максимальный КПД коллекторов составляет 53 - 54 % при скорости воздушного потока 1,25 м/с;



Рис. 3. Зависимость КПД коллектора от скорости воздуха

значения КПД выше 50 % соответствуют диапазону скоростей потока от 1,2 до 2,3 м/с, т. е. объемному расходу воздуха от 300 до 700 м³/ч (оптимальное значение — 440 м³/ч);

удельные расходы воздуха на 1 м² эффективной площади поверхности ВСК в предпочтительном диапазоне составляют 180-440 м³/ч (оптимальное значение — 275 м³/ч), что согласуется с рекомендациями отечественных и зарубежных исследователей.

При испытаниях были также определены следующие параметры: приведенный коэффициент тепловых потерь в окружающую среду $U_L = 3 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ и оптический КПД коллектора $\tau_a = 0,56$. Полученные с использованием этих параметров расчетные значения среднегодового количества тепловой энергии и КПД воздушных коллекторов для районов Сибири и Дальнего Востока приведены на рис. 4.

Резервы повышения эффективности ВСК: оптимизация шага, высоты и толщины ребер поглощающей панели;

увеличение уровня возмущения воздушных потоков в каналах путем введения на поверхностях ребер специальных элементов (выступов, канавок, отверстий с отбортовками и др.).

Экономическая оценка солнечного воздушного теплоснабжения для регионов Сибири и Дальнего Востока была выполнена Ковровским механическим заводом по государственному контракту. В сводном отчете отмечено:

станции солнечного воздушного теплоснабжения как энергетические объекты достаточно экономичны;



Рис. 4. Основные параметры ВСК для районов Сибири и Приморья:

1 — суммарная солнечная радиация; 2 — среднегодовой КПД коллектора; 3 — удельная выработка тепловой энергии СК

срок окупаемости капитальных вложений в их строительство составляет от 4,4 до 5,9 лет;

в ближайшие 3-5 лет в регионах Сибири и Дальнего Востока может быть использовано 500 тыс. ВСК, при этом чистый дисконтированный доход составит более 3 млрд руб., а ежегодная экономия условного топлива — 100 тыс. т;

конструкция и технология ВСК КМЗ позволяют организовать их серийное производство на обычных машиностроительных заводах региона с минимальными затратами.

Поскольку в перспективе традиционное теплоснабжение может рассчитывать только на уголь, то его замещение в указанных объемах исключит ежегодные вредные выбросы в атмосферу оксидов серы — 16,2 тыс. т, азота — 1,5, углерода — 180, золы и шлаков — 37,1 тыс. т. Одновременно в регионах сооружения станций ежегодно будет сохраняться более 120 тыс. т атмосферного кислорода.

Таким образом, обеспечивается мощный экологический эффект для еще чистых (по сравнению с европейской частью России) регионов Сибири и Приморья. Разумеется, использование солнечного воздушного теплоснабжения на базе ВСК в других регионах России будет также достаточно эффективным.