РАЗДЕЛ IX. АРХИТЕКТУРА

Зинова А.И.¹, Боброва Д.П.²

**Энергетические исследования вертикальных тепловых жалюзи системы
солнечного теплообеспечения в условиях Республики Башкортостан**

¹*Башкирский государственный университет, Бирский филиал
(Россия, Бирск)*

²*Ижевский государственный технический университета им. М.Т. Калашникова
(Россия, Ижевск)*

doi: 10.18411/lj-01-2019-63

idsp: ljjournal-01-2019-63

Аннотация

В работе проведен краткий обзор систем солнечного отопления. Описана лабораторная установка для исследования возможности применения солнечной системы теплоснабжения зданий на основе тепловых жалюзи в условиях средней полосы России. Приведены результаты исследования, которые показали, что в зимне-весенний период с квадратного метра вертикальной темной поверхности для 55° северной широты можно снять до 2,5...3,5 кВт·ч тепловой энергии.

Ключевые слова. Солнечное отопление, тепловые жалюзи, солнечная энергетика.

Abstract

The paper conducted a brief overview of solar heating systems. A laboratory device is described for the study of the possibility to use the solar heating system for heat supply of buildings on the basis of thermal blinds in central Russia natural conditions. The results of the study are presented, which showed that in the winter-spring period, up to 2.5 ... 3.5 kW · h of thermal energy can be removed from a square meter of vertical dark surface for 55 ° north latitude.

Keywords: Solar heating, thermal blinds, solar energy

На данном этапе развития вся энергосистема в основном использует такие виды невозобновляемых ресурсов энергии как углеродистое топливо и урановое топливо. Гидроэнергетика в мире также вызывает вопросы с точки зрения экологической безопасности. Отрицательное воздействие на окружающую среду, а также на экономику в целом подвигает человечество ко все большему применению других видов источников энергии, альтернативных источников: энергия геотермальная, солнечная, ветровая, энергия течений, приливов, волн и рек, а также энергии биомассы. Многие из данных видов источников энергии являются последним продуктом преобразования энергии Солнца.

На сегодняшний день повсеместно производятся исследования в области использования солнечной энергии. При достижении верхней границы атмосферы Земли, радиация солнца влечет с собой энергию в размере $5,6 \cdot 10^6$ ЭДж в год. Если сравнить выработку мировой энергии за год с солнечной энергией, которая достигает поверхности земли, то можно заметить, что солнечной больше в 9 тысяч раз.

Приведем некоторые из основных плюсов солнечной энергии. Во первых, она вездесуща, во вторых - почти неиссякаемая, и в третьих - она доступна на бесконечный отрезок времени в неизменной форме. К недостатком можно отнести лишь то, что солнечная энергия имеет низкую плотность потока (от 800 до 1000 Вт/м²), ее сила меняется в течении дня, а также она зависит от сезонов.

Большая часть генерируемой энергии в мире используется на покрытие бытовых нужд – горячее водоснабжение и отопление. Для того, чтобы удовлетворить спрос населения, применяют различные виды систем, где используется в качестве энергии солнечная радиация. Например, тепловые теплицы, солнечный пруды, солнечные коллекторы, тепловые аккумуляторы, стена Тромба и т.д. Использование такого спектра разработок помогло бы повысить экономический и экологический потенциал стран. Подобные системы уже используются во многих экономически развитых странах. И чем выше становится стоимость энергоносителей, тем интенсивнее происходит внедрение в эксплуатацию систем по использованию солнечной энергии.

Для исследования была выбрана одна из технологий теплоснабжения с применением солнечной энергии, которая была разработана Н. Саундерсом. Его система была использована в проекте дома Cliff House, который использует для отопления на 100% энергию солнца. Он находится в Вестоне, шт. Массачусетс, США, с южной стороны скального уступа на высоте в 12 метров.

Разработка имеет вид теплицы, пристроенной к дому с южной стороны. Внутри нее находятся тепловые вертикальные жалюзи, расположенные недалеко от стекла. На них попадает солнечное излучение, которое превращается в тепловую энергию. В свою очередь тепловая энергия с помощью конвекции нагретого воздуха поступает в тепловой аккумулятор – емкости с водой – находящиеся на чердаке. Теплый воздух направляется по воздуховодам с помощью вентиляторов в помещение, а также в нижний тепловой аккумулятор (бункер с камнями) на первом этаже, помещенный под пол. А также доля энергии используется для ГВС (горячего водоснабжения).

Возникло желание проверить эффективность данной установки в условиях республики Башкортостан. Вследствие этого нами была положена задача: при помощи тепловых вертикальных жалюзи изучить получение и преобразование солнечного энергии в тепловую. Цель: использование в перспективе данной системы в сфере теплоснабжения зданий и сооружений в средней полосе России.

Во время изучения процессов была изготовлена опытная модель тепловых жалюзи (рис.1).

Рис. 1. Модель тепловых жалюзи, использованная в опытах

Основными элементами устройства по исследованию тепловых жалюзи являются: прозрачная пластиковая труба длиной 1,15 м и диаметром 0,11 м, внутри которой расположена жалюзи темно-зеленого цвета. В верхней части трубы над полоской жалюзи установлен свободно, без трения вращающийся винт. Винт использован от кулера компьютера.

Опытная установка установлена в помещении, напротив окна южной экспозиции, как это имело бы место в теплице дома с солнечным обогревом.

Принцип действия устройства заключается в том, что жалюзи, находящееся внутри пластиковой трубы нагревается за счет солнечных лучей, та, в свою очередь, отдает тепло окружающему ее воздуху. Конвективный поток теплого воздуха, двигаясь вверх, приводит в движение винт.

Винт тарирован — получена функция приведенной тепловой мощности N в зависимости от частоты вращения винта n .

Тепловая мощность потока нагретого воздуха определялась в зависимости от массового расхода m , изобарной теплоемкости C_v ($C_v = 1005$ Дж/(кг·град) при температуре 40°C), и разности температур Δt , воздуха, выходящего из трубы, и комнатной температуры.

$$N = mC_v\Delta t$$

Массовый расход воздуха определялся как

$$m = Q_v\rho$$

ρ — плотность воздуха. При температуре 40°C $\rho = 1,128$ кг/м³

Q_v — объемный расход воздуха, который в свою очередь определялся в зависимости от проходного сечения винта S , имеющего форму кольца, и скорости движения воздуха, которая вычислялась по шагу винта и частоте его вращения n (об/мин):

$$Q_v = Sh_v n / 60$$

Скорость вращения винта регистрировалась видеосъемкой, с последующей раскадровкой.

Результаты тарировки были проверены путем помещения в трубу электрического ТЭНа, мощность которого изменялась ЛАТРОм, а измерялась вольтметром и амперметром. Расхождение результатов оказалось в пределах $\pm 10\%$.

Наблюдения проводились в световой период дней второй половины марта. Ниже на рис.2 показаны результаты измерений. Здесь на графике ломанными линиями соответствует $N_i(t_i)$ — изменение мощности Вт/кв.м. в течении светового дня, кривая это $N(t)$ — аппроксимирующий полином пятой степень для всех дат.

Рис. 2. Изменение тепловой мощности для всех дат

Общее количество полученной солнечной энергии соответствует площади под линиями изменения мощности на графике. Для получения усредненных за ряд дней

данных ломаные были аппроксимированы в полиномы 2..10 степени с помощью пакета прикладных программ MathCAD. В результате интегрирования полученных полиномов в пределах светового дня выявлено, что в течение суток вертикальной темно-зеленой поверхностью, ориентированной на юг, в тепловую энергию преобразуется до 3,1...3,3 кВт·ч/м² солнечного излучения. Анализ источников информации показал, что на широте Башкирии на вертикальную матовую поверхность темных тонов, ориентированную на юг в феврале-марте составляет 5...6 кВт·ч/м². Следовательно, в реальных условиях солнечной системой, построенной на тепловых жалюзи можно использовать около 60% солнечной энергии. Это обусловлено пропускательной способностью ограждающих конструкций (в опыте – однокамерный стеклопакет из стекол без покрытий и прозрачный пластик) и поглощательной способностью материала жалюзи (темно-зеленая бумага), которые зависят от угла падения солнечных лучей.

В результате исследования была определена эффективность тепловых темнозеленых жалюзи в зимне-весенний период. С квадратного метра вертикальной темной поверхности для 55° северной широты можно снять до 2,5...3,5 кВт·ч тепловой энергии, а летом на горячем водоснабжении и кондиционировании можно сэкономить до 2,0...2,5 кВт·ч. Следовательно, можно сделать вывод, что рассматриваемая система теплоснабжения, использующая энергию солнца, пригодна для использования в условиях РБ, а также субъектов Российской Федерации, имеющих сходные климатические условия.

1. Танака С. Суда Р. Жилые дома с автономным солнечным теплоснабжением / под ред. М. М. Колтуна, Г. А. Гухман - Стройиздат, 1989;
 2. Shurcliff W. Суперсолнечный дом Cliff House / пер. с англ О. Б. Меньшенин. www.mensh.ru -2006.
-