

Сыромятников Петр Степанович,
доцент кафедры «Ремонт машин» ХНТУСХ им. П.Василенка

Топливо и энергия в Украине становятся все дороже. Цена электроэнергии тоже ползет вверх. Поэтому самое время предложить несколько полезных советов по сохранению энергии и денег с использованием возобновляемых источников энергии.

Самая дешевая энергия - это та, которую вы не должны покупать. Рассмотрите любой из предложенных вариантов перейти на «зеленую» энергию.

Солнечные системы горячего водоснабжения и отопления на основе медных коллекторов – реальная экологическая альтернатива органическим видам топлива в ЖКХ.

События последних месяцев – выяснения отношений между Украиной и Россией по газовому вопросу со всей отчетливостью выявили зависимость целых регионов от природного газа. От дефицита топлива или роста цен на него страдает и промышленность, и социально чувствительное ЖКХ. Ясно, что мгновенной полноценной альтернативы природному газу нет. Однако в ЖКХ дела обстоят не столь однозначно. Если исключить «грязные» альтернативы газу – дрова, уголь, опилки и торф, – то наиболее перспективным является применение солнечных коллекторов для нагрева воды – гелиоколлекторов. Отношение к использованию солнца для нагрева воды и отопления в ЖКХ в Украине двойственное: с одной стороны – малая гелиоэнергетика (а солнечный нагрев воды относится именно к малой энергетике) считается чем-то экзотическим и почти несерьезным, малоэффективным, изобретением ученых-экспериментаторов, а с другой стороны – интуитивное понимание экономической выгоды от такого способа использования «дармовой» энергии солнца способствует самостоятельному устройству гражданами и отдельными организациями примитивных гелиосистем, как правило, в «частном секторе».

Эксперименты с гелиоколлекторами проводились еще в советские времена в Крыму и ряде южных регионов в рамках специальных программ, где нам доводилось видеть внушительных размеров солнечные установки, в т. ч. неисправные и «замороженные». Доступность и дешевизна классических видов энергии не способствовали распространению альтернативных ее источников, а порой приводили и к саботажу энергосбережения. **Ключевым для экономической и функциональной привлекательности солнечного нагрева воды является высокий КПД, т. е. способность собрать с ограниченной площади (например, одного из скатов кровли, одной из стен фасада) и передать с минимумом потерь теплоносителю достаточное количество энергии.**



Рис. 4. Фотоэлектрический солнечный модуль

АЛЬТЕРНАТИВА : СОЛНЦЕ ВМЕСТО ГАЗА

Этого вполне достаточно для того, чтобы этот источник стал, например, основным для горячего водоснабжения и отопления, а классические системы – резервными (аварийными). Причем, чем дальше от традиционных солнцедостаточных широт, тем острее встает вопрос о КПД. Достаточно сказать, что даже на южном берегу Крыма системы с низким КПД получили ограниченное применение. Их роль была в значительной степени негативна, поскольку примитивные системы солнечного нагрева воды успели дискредитировать сам принцип использования энергии солнца в ЖКХ в средних широтах.

В Китайской Народной Республике на сегодняшний день развернуты солнечные водонагревательные системы с общей площадью коллекторов 75 млн. кв. м, замещающих ежегодно в отоплении и горячем водоснабжении 110 млн. т угля. В ближайшем будущем, по оценкам специалистов, в КНР будет установлено гелиоколлекторов общей площадью не менее 220 млн. кв. м. Причина такого интенсивного использования солнечной энергии прозаична – дефицит классических видов топлива и, в какой-то степени, стремление снизить уровень загрязнения окружающей среды. На КНР приходится 60 % всей площади солнечных коллекторов для нагрева воды. Проблемы дефицита и стоимости энергии, с которыми столкнулся Китай, сходны с проблемами ряда стран СНГ – дефицит и/или высокая, в масштабе цен местной экономики, стоимость энергии.

Примитивные системы не обладают высоким КПД.

Другая крайность – коллекторы на основе вакуумных труб. Они хоть и обладают высоким КПД, однако были и остаются очень дорогими. Ситуация изменилась с появлением коммерчески доступных гелиоколлекторов на основе черных медных пластин. Такие коллекторы, с одной стороны, недороги и производятся массово из-за относительно легкой технологии чернения и простоты манипуляций с медью, а с другой стороны, из-за высокой теплопроводности меди позволяют передать теплоносителю почти всю собранную энергию. Незначительно уступая в КПД вакуумным, медные принципиально отличаются ценой, разумеется, в лучшую для потребителя сторону.

В связи с тем, что высокоэффективные доступные солнечные коллекторы изготавливаются из меди, крайне рекомендуется исполнение первого высокотемпературного контура из медных сантехнических труб с соединением высокотемпературной (твердой) пайкой. Длительные сроки службы медных труб в системах отопления (свыше 100 лет), безразличие к хлору и неконтрафактным антифризам значительно повышают устойчивость всей системы. На практике рачительные домовладельцы в Германии, Австрии, Венгрии и других странах выполняют из медных труб всю систему отопления и горячего водоснабжения – так надежнее.

С учетом дефицита и роста стоимости газа нет причин не использовать солнечную энергию для горячего водоснабжения в качестве основного источника в ЖКХ в центральных и южных районах Украины.

Применение солнечных коллекторов в качестве основного источ-

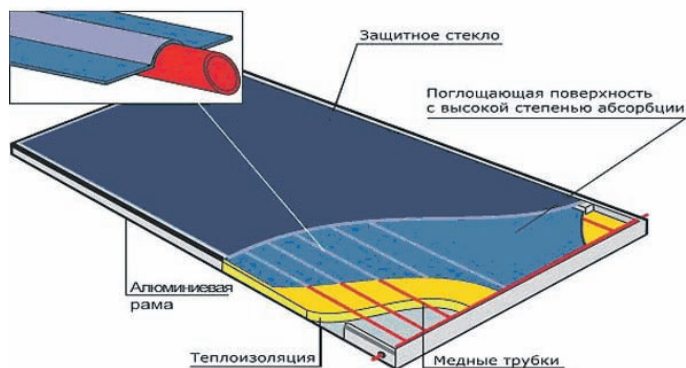


Рис. 1. Устройство плоского солнечного коллектора

ника для отопления в зимний период сдерживается малой продолжительностью светового дня, менее благоприятными погодными условиями, но в этих условиях гелиосистема обеспечивает значительную экономию в части потребления классических видов топлива, существенно дополняя баланс энергопотребления «бесплатными» джоулями. В ряде районов Украины солнечные системы могут выполнять роль и основного источника энергии для отопления жилья и административных зданий даже в зимний период. При условии, что они будут правильно спроектированы и обладать высоким КПД.

КАК УСТРОЕНЫ СОВРЕМЕННЫЕ ГЕЛИОСИСТЕМЫ?

Основным элементом системы является коллектор. Основным элементом современного доступного **гелиоколлектора** с высоким КПД является пластина из чистой меди, черненная с одной стороны по специальной технологии. На самом деле это чернение при рассмотрении «на глаз» может иметь синеватый отлив, но способность поглощать требуемый спектр солнечного излучения у такой поверхности многократно выше, чем при покрытии пластины самой черной из всех возможных красок или пигментов. Кроме того, черненная поверхность обязательно должна быть матовой.

С обратной стороны к пластине прикреплены медные трубки, через которые проходит **теплоноситель** — вода или антифриз. Чем больше площадь соприкосновения трубок с поверхностью пластины, тем полнее осуществляется передача теплоносителю энергии, собранной пластиной. Этот вопрос может решаться производителями по-разному: либо медные трубки имеют прямоугольное сечение (широкая сторона соприкасается с пластиной), либо для укладки трубок на медной пластине штампуются специальные канавки, в которые укладываются медные трубки.

Еще необходимо обеспечить безусловное соприкосновение и надежность всей площади контакта пластины и трубок, для чего они соединяются, как правило, сваркой или высокотемпературной пайкой (около 600 °С). Применение низкотемпературной пайки (около 200 °С) здесь неприемлемо, поскольку температура теплоносителя в гелиоколлекторе может достигать 300 °С. Эта же причина исключает возможность применения полимерных компонентов в системе.

Остальная часть коллектора состоит из корпуса и защитного стеклянного покрытия, обеспечивающего максимальную степень прохождения соответствующих спектров солнечного излучения и кроме того снижает обратное пропускание отраженной части солнечного излучения обратно (даже черная матовая поверхность медной пластины отражает некоторую часть теплового потока).

Поскольку теплоноситель имеет очень высокую температуру, его

нельзя напрямую подавать в батареи отопления или в кран горячей воды. Такой теплоноситель подается в теплообменник, который, как правило, одновременно выполняет роль аккумулятора тепла. В теплообменнике-накопителе уже нагревается пользовательская вода или теплоноситель — до тех значений температуры, которые приемлемы в водоснабжении и отоплении. В том же накопителе могут находиться устройства резервного нагрева, например, электрические нагревательные элементы.

Хотя оптимальное значение комбинированного накопителя-теплообменника определяется специальным расчетом, важно помнить сам принцип: в темное время суток или в период неблагоприятных метеословий солнечный коллектор не может собрать тепло, по определению. Поэтому в этот период пользуются тем самым избыточным теплом, которое собрано в течение светового дня и сохранено в накопителе. Из-за этого на объеме накопителя экономить не стоит. А в случае, если непогода продлится долго и расход, например, горячей воды резко возрастет, то на помощь придут резервные (аварийные) нагревательные элементы различного типа.

Существует много разных способов оптимального устройства горячего водоснабжения и отопления как при интегрировании гелиоколлекторов существующую систему, так и при проектировании системы для гелиоколлектора «с нуля». В целом ничего принципиально нового для специалистов тут нет. Исходя из практики, с учетом малых диаметров и, возможно, сложной конфигурации трубопроводов, а также с учетом совместимости материалов идеальной комбинацией было бы соединение медных трубок коллектора с медными трубами.

Медь давно испытана в качестве трубопровода для теплоносителя и горячего водоснабжения во всем мире, причем не только в ЖКХ, но и в большой энергетике, судостроении, и является предпочтительным материалом для транспортировки горячих сред - воды и пара. Более того, в тех странах, где ответственность строителя за надежность и безопасность технических решений существует не на словах, медные трубы являются предпочитаемым материалом для сантехнических инженерных систем: в США, Великобритании, Гонконге, Германии и т. д.

Скажем, в небоскребах Гонконга для водоснабжения вообще ничего, кроме меди и высокопрочного чугуна, не применяется, а сталь вообще запрещена аж с 1995г.

с. 18

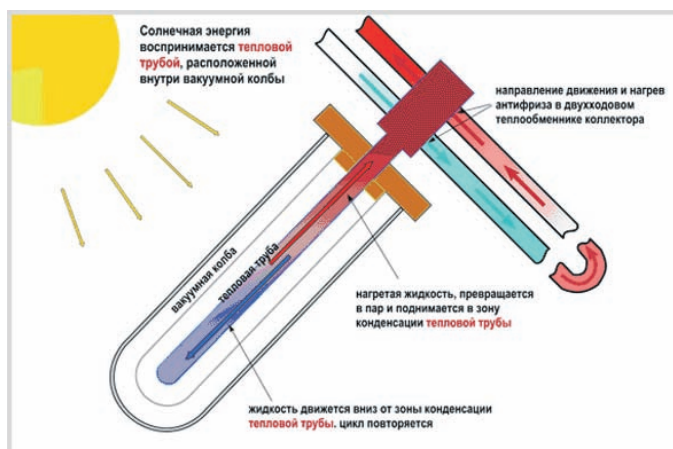


Рис. 2. Принцип работы коллектора с вакуумной трубкой

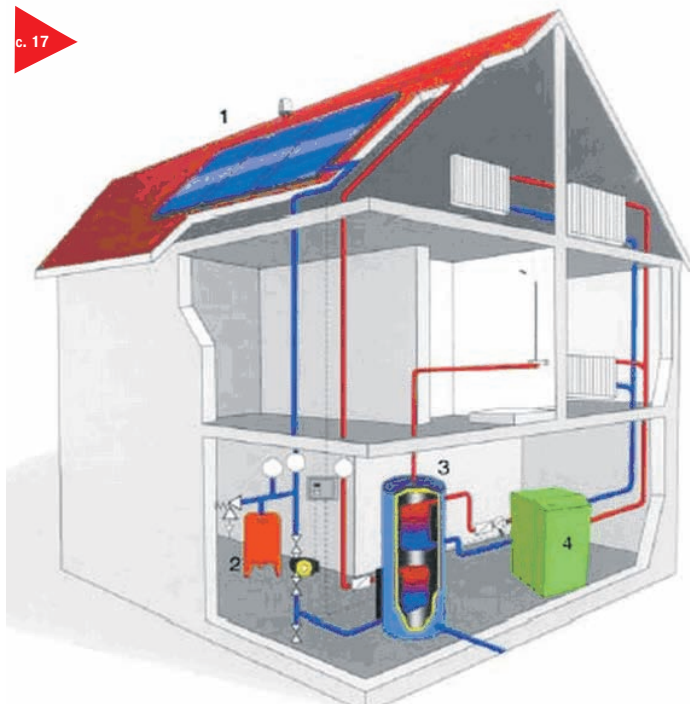


Рис. 3. Комбинированная система теплоснабжения: 1 – солнечный коллектор; 2 – расширительный бак; 3 – бак-аккумулятор; 4 – отопительный котел

Пример с небоскребами весьма показателен, поскольку для высотного строительства нормативы разных стран требуют инженерных решений с повышенной надежностью и продленными сроками службы. Этот пример служит веским доказательством надежности медных систем.

Самым простым и наиболее дешевым способом использования солнечной энергии является нагрев воды в плоских солнечных коллекторах.

Принцип действия такого устройства весьма прост: видимые лучи солнца, проникая сквозь стекло (проходит обычно 80–85 %), встречаются с черным дном коллектора и в значительной степени поглощаются им. Дно начинает испускать тепловые инфракрасные лучи, которые не могут проникнуть сквозь стекло обратно наружу; в нижнем направлении путь ему преграждает слой теплоизоляции (рис. 1). Задержанное таким образом тепло передается теплоносителю, протекающему, как правило, по уложенному на дне коллектора змеевику из металлических или полимерных трубок.

Сравнительно недавно на рынке появились солнечные коллекторы другого вида: они представляют собой батарею стеклянных труб. Внутри каждой из них в вакууме располагается двойная концентрическая трубка (рис. 2). По ее центральному каналу в конструкцию поступает из распределительного коллектора (он также двойной, совмещающий функции прямого и обратного) холодный теплоноситель. Возвращаясь по среднему каналу, теплоноситель получает «захваченное» (механизм – примерно такой же, что и в плоском коллекторе) в вакуумной трубке солнечное тепло и уносит его в систему отопления или горячего водоснабжения объекта. Кроме показанного, **есть коллекторы на основе вакуумных трубок**, где для улавливания солнечной радиации применены контактирующие с тепловой трубкой пластины, покрытые по всей длине специальным слоем полупроводника. Это позволяет преобразовать в тепло солнечную радиацию максимально широкого диапазона.

Простейшая система на основе теплового солнечного

коллектора – его сочетание с расположенным выше него баком-аккумулятором горячей воды. Благодаря разности плотностей горячей и холодной воды в контуре возникает циркуляция. Для обеспечения ее надежности используется специальный насос. Такие конструкции довольно широко представлены на европейском рынке теплотехнического оборудования и применяются для горячего водоснабжения.

Более сложный вариант предусматривает включение коллектора в отдельный контур. Циркулирующий в нем теплоноситель передает утилизированную солнечную энергию через теплообменник в теплоизолированный бак-аккумулятор, что позволяет «запасать» тепло в солнечное время суток и расходовать его, когда это требуется. Такая система используется не только для горячего водоснабжения, но и для отопления. Конструкция бака может предусматривать электрический или газовый нагреватель, автоматически включаемый, когда энергии солнца недостаточно.

Довольно распространенный и, пожалуй, наиболее перспективный вариант использования солнечной энергии для теплоснабжения индивидуальных домов и других небольших объектов – система, представляющая собой комбинацию солнечных коллекторов, бака-аккумулятора, одного или нескольких отопительных котлов (рис. 3). (Технологически более «продвинутой» схема предусматривает еще и тепловой насос.) Такое сочетание обеспечивает комфортные условия с наименьшими затратами традиционных энергоносителей. В данном случае бак-аккумулятор с системой встроенных (обычно) теплообменников играет роль объединяющего и согласующего элемента всей установки теплоснабжения.

В реальных климатических условиях Украины целесообразно использование сезонных солнечных водонагревателей, работающих с марта по сентябрь.

Для установки с отношением площади солнечного коллектора к объему бака-аккумулятора $2 \text{ м}^2/100 \text{ л}$ вероятность ежедневного нагрева воды в этот период до температуры не менее чем до 37°C составляет 50–90 %, до температуры не менее чем 45°C – 30–70 %, до температуры не менее чем 55°C – 20–60 %. Максимальные значения вероятности относятся к летним месяцам.

Кроме солнечных коллекторов для нагрева жидких теплоносителей разработаны и воздухонагревательные устройства, состоящие из прозрачной стенки и нагревательного материала, между которыми перемещается поток сухого воздуха как за счет естественной, так и принудительной тяги. Такие коллекторы могут использоваться и для обогрева помещений, и для сушки продуктов.

Современная концепция энергоэффективного и даже энергонезависимого (за рубежом прижилось понятие «пассивного») здания предусматривает не только тепло-, но и электроснабжение от возобновляемых источников. Превращение солнечной энергии в электрическую осуществляется в коллекторах на основе фотоэлектрических преобразователей (ФЭП), подразделяющихся на два основных вида: электровакуумные и полупроводниковые (рис. 4); последние являются наиболее эффективными. Преобразование энергии в ФЭП основано на эффекте, возникающем в неоднородных полупроводниковых структурах при воздействии на них солнечного излучения.

Кoeffициент преобразования света солнечных элементов в земных условиях достигает 22 %.

Напряжение солнечных батарей достигает десятков вольт, а мощность — десятков киловатт. На украинском рынке имеются модули ФЭП как зарубежного, так и отечественного производства, изготавливаемые на основе монокристаллического кремния в алюминиевой рамке с КПД преобразования света 15–18 % и пиковой мощностью 2,8–120 Вт. Все они имеют осветленное стеклянное покрытие и генерируют постоянный ток. Энергия может использоваться как напрямую, так и преобразовываться в переменный ток напряжением 220 В. Стоит сказать, что фотоэлектрические преобразователи используются и для создания довольно мощных (до 10 МВт) электростанций.

В настоящее время «солнечное» оборудование — полноправный товар теплотехнического рынка Европы. Тепловые и электрические коллекторы, баки-аккумуляторы, комбинированные водонагреватели, специальные циркуляционные насосы и автоматика для гелиосистем не первый год входят в каталоги ведущих производителей отопительной техники. По данным журнала Test, европейскими лидерами сезона 2002/2003 гг. в этой области являлись следующие компании: Solvis, Ritter-Paradigma, Wagner/Co., Ibe, Viessmann, Nau, ELCO-Klo.kner, Buderus, Ikarus, Stiebel Eltron, Junkers, Wolf, Solatherm, Vaillant.

Помимо перечисленных установок, известны различные виды пассивных гелиосистем. К ним относятся, например, теплицы (оранжереи) и различные «солнечные ловушки», роль которых выполняют конструктивные элементы строений. Естественно, мощность таких систем невелика. **Их эффективность достигается правильным применением теплоизоляции, увеличением площади прозрачных поверхностей и ориентацией перпендикулярно солнечным лучам (они должны быть обращены к югу при угле наклона к горизонту, равном широте местности: для средней полосы Украины — 55–65°).**

Повышение прозрачности покрытий и уменьшение поглощения лучей также приводят к увеличению эффективности обогрева. В настоящее время для более эффективного выращивания растений в теплицах разработаны прозрачные материалы, трансформирующие солнечный свет в лучи, стимулирующие рост растений.

Для стабилизации температурного режима в гелиотеплицах используются грунтовые аккумуляторы тепла, располагаемые под грядками и обогреваемые теплым воздухом или водой. В ряде случаев в качестве аккумулятора используют жилой дом.

Такие оранжереи называются пристроенными; они располагаются с южной стороны дома (рис. 5). В этом случае между домом и оранжереей происходит процесс перераспределения тепла. В солнечную погоду оранжерея с прозрачной стенкой работает как солнечный коллектор и нагревает воздушные массы, которые, проникая в дом, передают ему тепло. В отсутствие солнечного освещения, при отоплении дома иными способами, воздушные массы попадают в оранжерею и обогревают ее.

Этот пример иллюстрирует выдвижение на важное место в проблемах использования энергии Солнца вопросов архитектуры: через окна, играющие роль «солнечных ловушек», в ясную погоду в здания может проникать значительное количество солнечной энергии.

Интересно отметить, что, хотя продолжительность светового дня летом больше, чем зимой, количество часов возможного освещения Солнцем окна, выходящего на юг, зимой больше, чем летом. Это вызвано тем, что оно значи-



Рис. 5. Пример дома с пассивной гелиосистемой в виде пристроенной оранжереи

тельное время светового дня находится на восточной и западной сторонах. Проектирование домов, способных улавливать солнечную радиацию для обогрева здания и сохранять тепло, приводит к экономии энергии, затрачиваемой на отопление.

Если в холодное время солнечное излучение — подспорье в экономии энергии на отопление, то в жаркую пору — это отрицательное явление, способное обернуться тратами на вентиляцию и кондиционирование. **Проблема решается применением теплоотражающих и теплопоглощающих стекол, а также различных систем затемнения.** Всем известны очки-«хамелеоны», стекла которых темнеют с увеличением освещенности. Такие стекла регулируют проникновение солнечного света в дома. В качестве примера их использования можно привести здание ООН в Нью-Йорке. Для затемнения обычно применяют непрозрачные материалы. Размещение их между стеклами окна не так эффективно, как наружное, но более эффективно, чем внутреннее. Интересная разработка — автоматически регулируемые жалюзи фирмы Zomeworks Inc. (США). Их действие основано на разности давлений в двух сообщающихся резервуарах, наполненных фреоном и расположенных с обеих сторон окна. Когда одна из емкостей нагревается сильнее, фреон перетекает от нее к другой и разворачивает жалюзи в нужном направлении. Кроме затемнения, используется система, предусматривающая естественное охлаждение строения прохладным воздухом, который поступает в строение с теневой стороны через подземную систему охлаждения. Одновременно воздух, нагретый Солнцем, создает тягу и через систему заслонок увлекает наружу воздух из внутреннего помещения.

Кроме низкотемпературных систем, использующих солнечную радиацию естественной плотности (они, по мнению специалистов, наиболее эффективны), человечеством созданы и применяются в различных отраслях и установки, где для достижения высоких температур плотность излучения повышается в сотни и тысячи раз. Оно осуществляется гелиоконцентраторами, включающими зеркала или линзы, фокусирующие солнечные лучи. Так, концентраторы применяются в солнечных печах для плавки и термической обработки в особо чистых условиях при температуре 2300–3000 °С некоторых материалов, например, оксидов кремния и циркония. Одна из наиболее крупных таких печей, мощностью свыше 1 МВт, была построена в начале 1970-х гг. в Фон-Роме-Одейо (Франция). Концентрация солнечных лучей производится и для получения высоких температур в термодинамических солнечных электростанциях. ■