

DOI: 10.26104/NNTIK.2022.96.54.006

Тагайматова А.А., Турсунбаев Ж.Ж.

КҮНДҮН ЭНЕРГИЯСЫ МЕНЕН ЫСЫК СУУНУ БЕРҮҮ СИСТЕМАСЫНЫН  
ПЕРСПЕКТИВДҮҮ СХЕМАСЫ ЖАНА ТҮЗҮЛҮШҮ

Тагайматова А.А., Турсунбаев Ж.Ж.

ПЕРСПЕКТИВНАЯ СХЕМА И КОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ  
СОЛНЕЧНОГО ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

A. Tagaymatova, Zh. Tursunbaev

PERSPECTIVE SCHEME AND DESIGN OF A SOLAR  
HOT WATER SUPPLY SYSTEM

УДК: 662.997.534

Учурдагы жергиликтүү климаттык шарттар жана калктын энергия менен камсыздоо маселелерин чечүү менен байланышкан социалдык-экономикалык абалы Кыргыз Республикасынын шарттарында ысык суу менен камсыздоо муктаждыктары үчүн күн энергиясын пайдаланууну абдан келечектүү жана актуалдуу кылат. Азыркы учурда, аз потенциалдуу жылуулук күн конвертерлери үчүн ар кандай конструктордук чечимдердин көп түрдүүлүгү бар, бирок алардын бардыгынын бир чоң кемчилиги бар, алар орнотууда бир схема болгондо жылы бою иштөө режиминде иштей албайт. Биринчи жолу кыш мезгилинде сууну жылытуунун жаңы технологиясын колдонууга мүмкүндүк берүүчү сифондук эффекти колдонуу менен күн коллекторун конструкциялоонун жаңы техникалык чечими сунушталды.

**Негизги сөздөр:** энергия, күн радиациясы, ысык суу менен камсыздоо, муздаткыч, суу жылытуу, күн коллектору.

Существующие местные климатические условия и социально-экономическое состояние населения, связанное с решением вопросов энергоснабжения, определяет весьма перспективным и актуальным использование солнечной энергии для нужд горячего водоснабжения в условиях Кыргызской республики. В настоящее время имеется большое разнообразие различных конструктивных решений низко-потенциальных тепловых солнечных преобразователей, однако все они имеют один большой недостаток, не могут работать в круглогодичном режиме работы, когда установка имеет один контур. Впервые предложено новое техническое решение конструкции солнечного коллектора (СК) с использованием эффекта сифона, позволяющего использовать новую технологию нагрева воды в зимнее время.

**Ключевые слова:** энергетика, солнечная радиация, горячее водоснабжение, теплоноситель, нагрев воды, солнечный коллектор.

The existing local climatic conditions and the socio-economic condition of the population associated with the solution of energy supply issues make it very promising and relevant to use solar energy for the needs of hot water supply in the conditions of the Kyrgyz Republic. Currently, there is a wide variety of different design solutions for low-potential thermal solar converters, however, they all have one big drawback, they cannot work in a year-round operation mode when the installation has one circuit. For the first time, a new technical solution for the design of the SC using the siphon effect was proposed, which makes it possible to use a new technology for heating water in winter.

**Key words:** energy, solar radiation, hot water supply, coolant, water heating, solar collector.

**Введение.** В связи с энергетическими проблемами в мире все более актуальными становятся вопросы использования альтернативных источников энергии, одним из которых является солнечная энергия. Эта проблема приобретает еще большую актуальность в связи с обострением за последние годы проблем охраны окружающей среды [1-3].

Исходя из этого, в мировой практике в последние годы интенсивно стали развиваться новые нетрадиционные методы развития энергетического комплекса и в особенности использование экологически чистых возобновляемых источников энергии.

Кыргызстан относится к району с наиболее благоприятными условиями для солнечного горячего водоснабжения, чему способствует географическое месторасположение.

Оценка потенциала солнечной энергии для республики и изучение особенностей ее изменения показывает, что уровень солнечной радиации в среднем составляет 6.5 кВтч в день на 1м<sup>2</sup>, причем среднегодовая продолжительность солнечного сияния составляет 2800-3000 часов в год, что дает широкие возможности использования солнечной энергии [4,5].

Одним из перспективных направлений использования солнечной энергии является преобразование ее в низко-потенциальное тепло и использование его в системах горячего водоснабжения.

**Результаты исследований.** Существенное расширение масштабов использования солнечной энергии для горячего водоснабжения может быть достигнуто в результате повышения эффективности, снижения материалоемкости и стоимости системы, что приводит к снижению капитальных затрат и эксплуатационных расходов.

Солнечный коллектор обеспечивает преобразование солнечной энергии в низко-потенциальное тепло теплоносителя, которое используется для нагрева воды.

Как известно солнечные коллекторы являются лишь преобразователем солнечной энергии в тепловую энергию. Для того, чтобы их использовать практически необходимо собрать систему, которая кроме

коллекторов должна иметь циркуляционные насосы, систему управления и контроля, дополнительные источники питания и аккумуляторы.

Установки солнечного горячего водоснабжения выполняют с жидкостными солнечными коллекторами, одно-, двух- или многоконтурные; с естественной (термосифонной) или принудительной циркуляцией; бак-аккумулятор может быть совмещен или не совмещен с теплообменником, также схемы могут быть замкнутого или же проточного типа [6-12].

Солнечный коллектор обеспечивает преобразование солнечной энергии в тепло теплоносителя, которое используется для нагрева воды.

Как известно солнечные коллекторы являются лишь преобразователем солнечной энергии в тепловую энергию. Для того, чтобы их использовать практически необходимо собрать систему, которая кроме коллекторов должна иметь циркуляционные насосы, систему управления и контроля, дополнительные источники питания и аккумуляторы.

Наиболее просты в устройстве проточные одноконтурные системы, в которых тепло отводится из коллектора (рис. 1). Но такие схемы не обеспечивают

нагрузку, тем более в ночное время суток [12]. К тому же их главный недостаток, это подверженность коррозии, сводит на нет все возможные преимущества таких систем. Для повышения коррозионной устойчивости и обеспечения возможности работы системы необходимо обеспечить циркуляцию теплоносителя.

Системы солнечного горячего водоснабжения сезонного режима работы (рис. 2) являются наиболее простыми, так как в них наименьшее число элементов. Работа системы возможна лишь в случае, когда солнечный коллектор расположен ниже бака-аккумулятора (для обеспечения надежной циркуляции), так как она работает по схеме термосифона, но это создает неудобности и трудности при эксплуатации. Их конструкция отличается простотой и относительно низкой стоимостью. К тому же водонагревателем такого типа легко управлять. Но такие не могут работать зимой, так как теплоносителем является вода, к тому же нет возможности регулирования температуры теплоносителя [13-17]. Также недостатком термосифонных систем является их низкая тепловая эффективность, из-за малых скоростей движения теплоносителя.

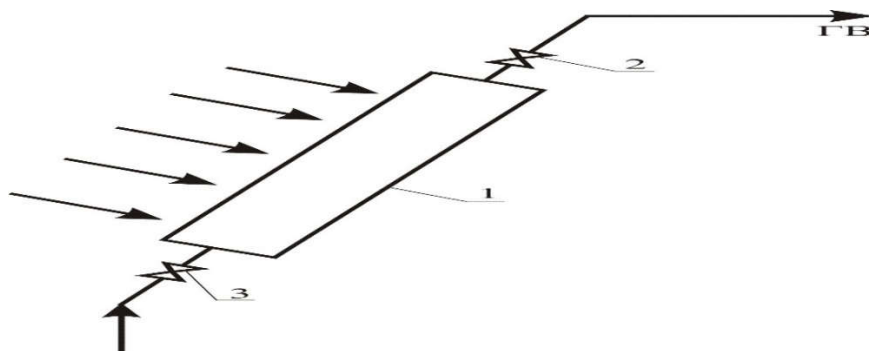


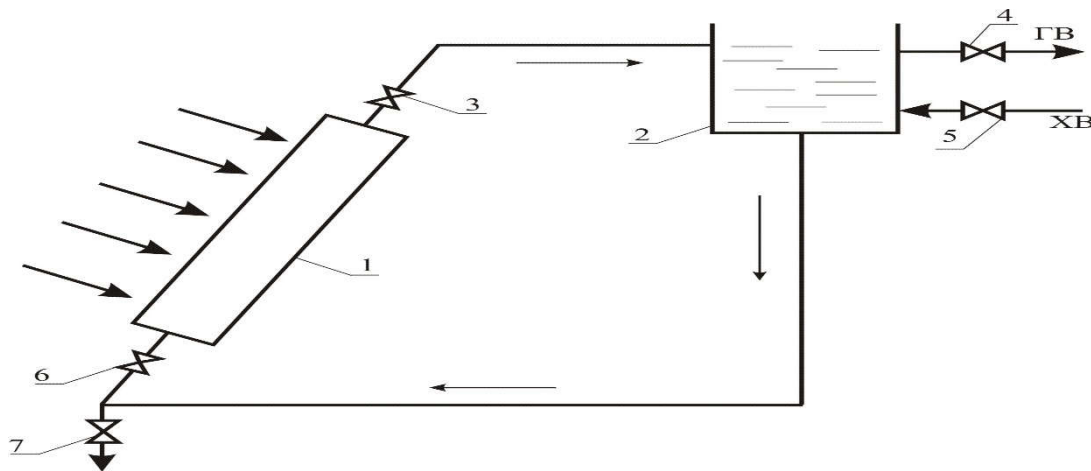
Рис. 1. Схема системы СГВ проточного типа: 1 - солнечный коллектор; 2, 3 - вентили на выходе и входе СК.

Установка содержит коллектор солнечной энергии, бак-аккумулятор горячей воды и соединительные трубы. В нижнюю часть бака-аккумулятора подводится холодная вода (ХВ), а из его верхней части отводится к потребителям горячая вода (ГВ). Перечисленные элементы образуют контур естественной циркуляции воды. По подъемной трубе горячая вода из коллектора солнечной энергии поступает в бак-аккумулятор, а по опускной трубе из бака в коллектор поступает более холодная вода для нагрева за счет поглощенной солнечной энергии. Поскольку средняя температура воды в подъемной трубе выше, чем в опускной, плотность воды, напротив, ниже во второй трубе. И вследствие этого возникает разность давлений, вызывающая движение воды в контуре циркуляции. И чем больше разность температур воды, тем больше разность давлений и интенсивнее движение воды.

Непрерывным условием эффективной работы

солнечной системы горячего водоснабжения естественной циркуляцией является тепловая изоляция всех нагретых поверхностей – прежде всего бака-аккумулятора, подъемной и опускной труб, патрубка для отвода горячей воды к потребителю.

Более высокое положение бака-аккумулятора относительно солнечного коллектора в системах горячего водоснабжения сезонного режима работы имеет большое значение не только для обеспечения циркуляции теплоносителя в дневное время, но также и для предотвращения циркуляции воды в обратном направлении в ночное время. Это возможно при низком положении бака, когда горячая вода из верхней части бака-аккумулятора ночью поступает в солнечный коллектор и охлаждается за счет потерь в окружающую среду и возвращается в нижнюю часть бака-аккумулятора. Это нежелательный процесс, так как вызывает потери тепловой энергии.



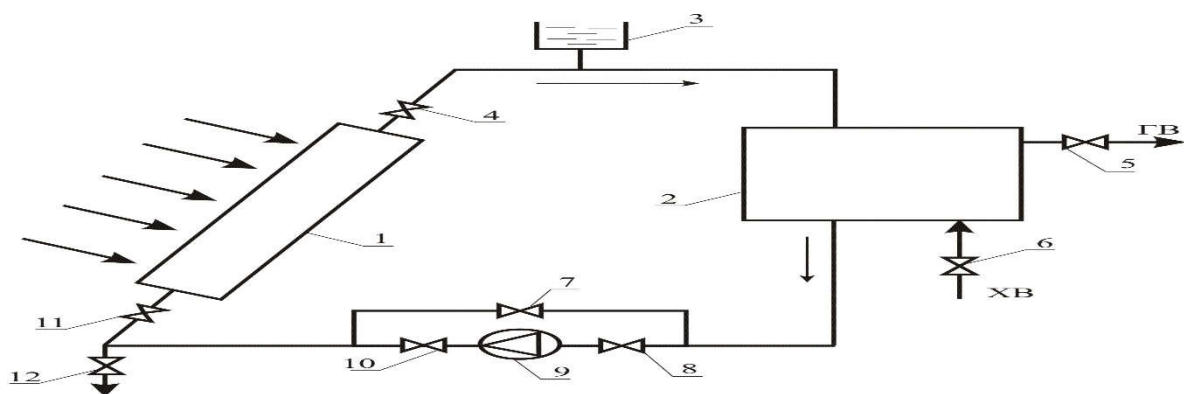
**Рис. 2.** Схема ССГВ сезонного режима работы:  
1 – солнечный коллектор; 2 – бак-аккумулятор; 3 – вентиль; 4, 5 – трубопроводы с вентилем для горячей и холодной воды; 6 – вентиль на входе СК; 7 – сливной кран.

Но, как известно естественная циркуляция не способна обеспечивать высокой интенсивности теплоотдачи в трубках коллектора, поэтому на установках с помощью циркуляционного насоса организуется принудительное движение теплоносителя (рис. 3). К тому же принудительная циркуляция, в свою очередь, наиболее эффективно при максимально низкой температуре теплоносителя, подаваемого в солнечные коллекторы. Для выпуска из системы воздуха при ее работе и для компенсации тепловых расширений служит расширительный сосуд, устанавливаемый в верхней точке системы и сообщающийся сверху с атмосферой. Все элементы конструкции должны быть хорошо изолированы.

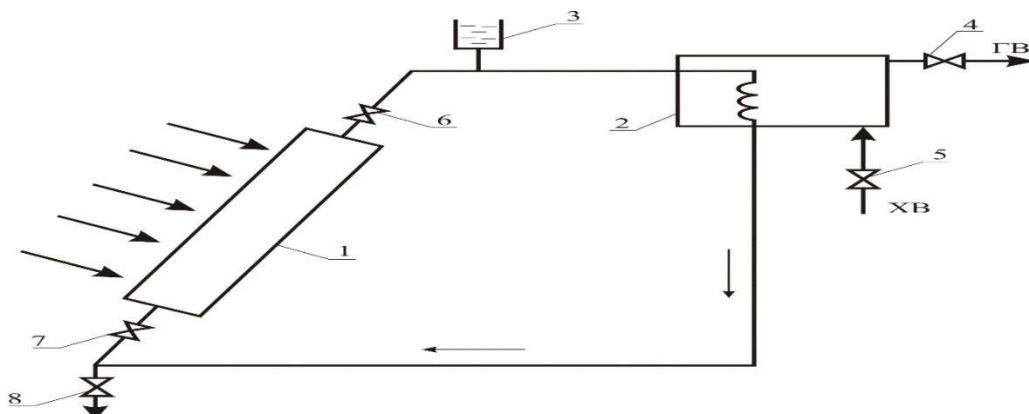
Применение насосной системы увеличивает теплопроизводительность, однако, при этом уменьшает-

ся температура теплоносителя на выходе и растут расходы на эксплуатацию установки. При выборе такой системы следует, прежде всего, руководствоваться данными об экономии энергии, надежности конструкций, эффективности осуществляемых мер против замерзания и долговечности трубопроводов. Вопросы условий эксплуатации систем и выбора места их установки следует решать в зависимости от особенностей климата.

Для предотвращения замерзания теплоносителя в контуре солнечного коллектора может использоваться незамерзающая жидкость, при этом теплота от незамерзающей жидкости к воде передается с помощью теплообменника, и система солнечного горячего водоснабжения выполняется по двухконтурной схеме (рис. 4).



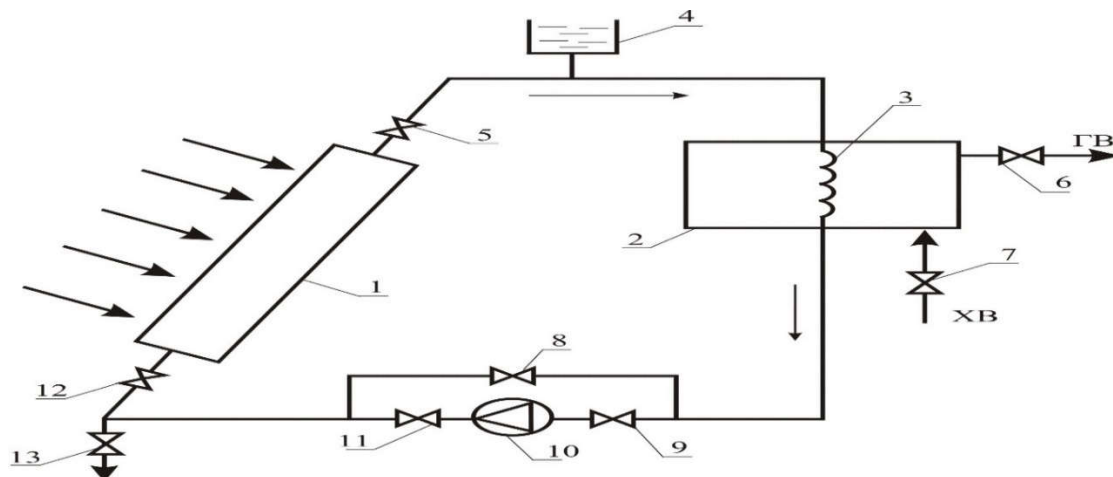
**Рис. 3.** Схема ССГВ сезонного режима работы с принудительной циркуляцией:  
1 – солнечный коллектор; 2 – бак-аккумулятор; 3 – бак расширитель; вентиль;  
4,11 – вентили на выходе и входе СК; 5, 6 – трубопроводы с вентилем для горячей и холодной воды;  
7, 8, 10 - вентили; 9 – циркуляционный насос; 12 – сливной кран.



**Рис. 4.** Система СГВ круглогодичного режима работы с естественной циркуляцией:  
1 – солнечный коллектор; 2 – бак-аккумулятор; 3 – бак расширитель; 4, 5 – трубопроводы с вентилем для горячей и холодной воды; 6, 7 – вентили; 8 – сливной кран.

При этом, как правило, введением специального теплообменника поток, циркулирующий через солнечный коллектор, отделяется от потока, идущего к потребителю. Такое разделение потоков исключает смешивание рабочих жидкостей и загрязнение тепло-

носителя коллектора солнечной энергии сетевой водой. Это особенно важно, когда в качестве такого теплоносителя используется или специально подготовленная вода, или антифриз, если установка работает при отрицательных температурах.



**Рис. 5.** Двухконтурная система СГВ:  
1 – солнечный коллектор; 2 – бак-аккумулятор; 3 – теплообменник; 4 – бак расширитель;  
5, 12 – вентили на выходе и входе солнечного коллектора; 6, 7 – трубопроводы с вентилем для горячей и холодной воды; 8, 9, 11 – вентили; 10 – циркуляционный насос; 13 – сливной кран.

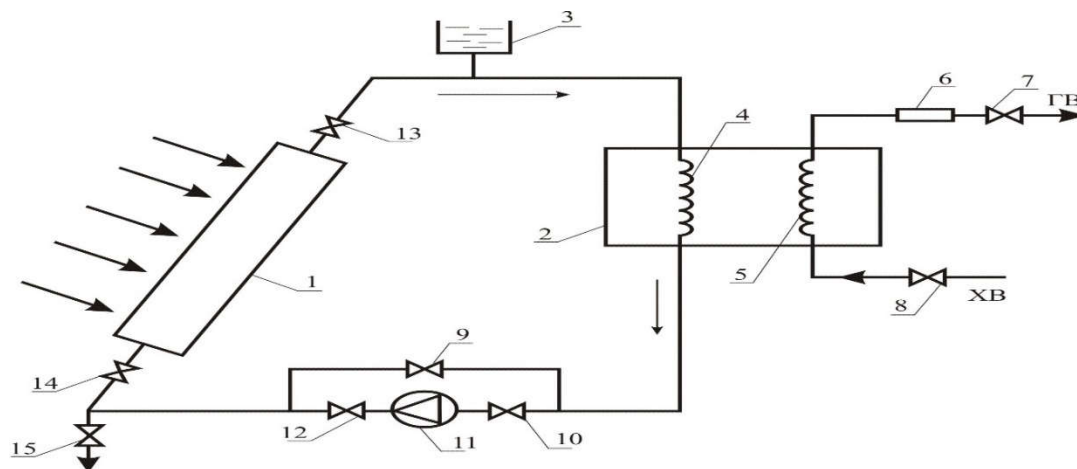
При пользовании этой системой снижается эффективность преобразования солнечного излучения в тепло за счет повышенных тепло-потерь теплообменника. Растворы антифриза можно не менять в течение 3-5 лет, однако данные по их испарению и эффективности антикоррозионной защиты стенок трубопроводов пока не уточнены полностью, поэтому рекомендуется обязательный контроль системы.

Для повышения коррозионной устойчивости и обеспечения возможности работы в зимнее время, системы чаще выполняются двух- или многоконтурной.

Установка теплообменника в баке-аккумуляторе

снижает тепловые потери оборудования (рис. 5), однако при этом из-за низких значений коэффициента теплообмена возрастает площадь поверхности теплообмена. Эта схема ограничена во времени работы и, кроме того, с повышением температуры в аккумуляторе возрастает температура теплоносителя, подаваемого в солнечные коллекторы [10,13,18], что приводит к снижению к.п.д. установки.

Рассмотрим систему солнечного горячего водоснабжения с двумя змеевиками (рис. 6). Включение теплообменника в солнечный контур заметно уменьшает объем циркулирующего там теплоносителя, что важно при использовании антифриза.



**Рис. 6.** Система СГВ с двумя змеевиками в баке-аккумуляторе:

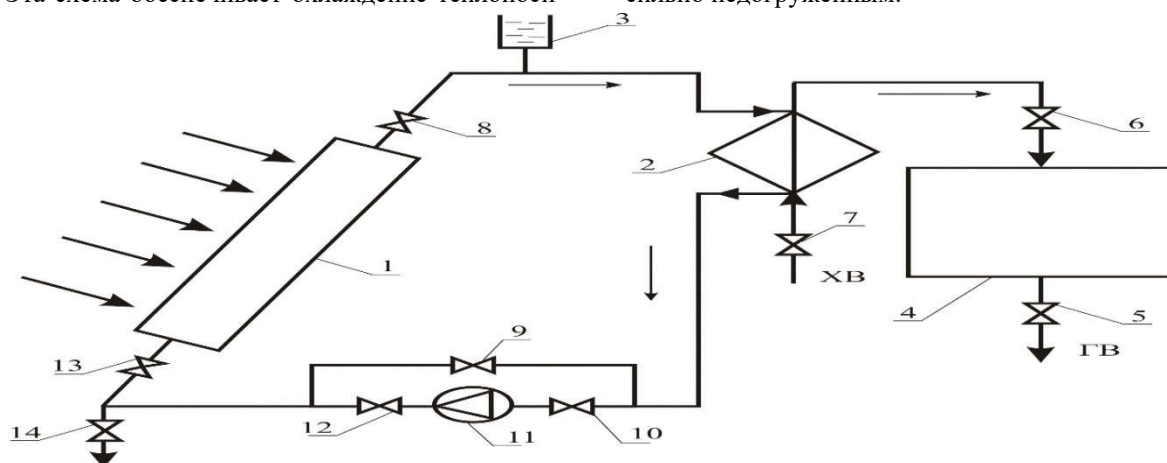
- 1 – солнечный коллектор; 2 – бак-аккумулятор; 3 – расширительный бачок; 4, 5 – теплообменники; 6 – дублер; 7, 8 – трубопроводы с вентилем для горячей и холодной воды; 9, 10, 12 – вентили; 11 – циркуляционный насос; 14, 13 – вентили до и после солнечного коллектора; 15 – сливной кран.

Такое конструктивное решение дает возможность при создании схемы установки обойтись более простыми техническими решениями и избежать «правила двух стенок». Солнечный контур системы является замкнутым и заполняется незамерзающим теплоносителем. Низкие температуры замерзания теплоносителя позволяют не сливать его из солнечного коллектора в зимнее время, что также удешевляет эксплуатацию и повышает коррозионную устойчивость системы. Для нагрева воды в период ослабления или прекращения солнечной радиации в схему включают дополнительный источник энергии (дублер).

Наименее сложной является схема, которая предусматривает наполнение бака-аккумулятора водой, нагретой в скоростном теплообменнике (рис. 7) [6, 19, 20]. Эта схема обеспечивает охлаждение теплоноси-

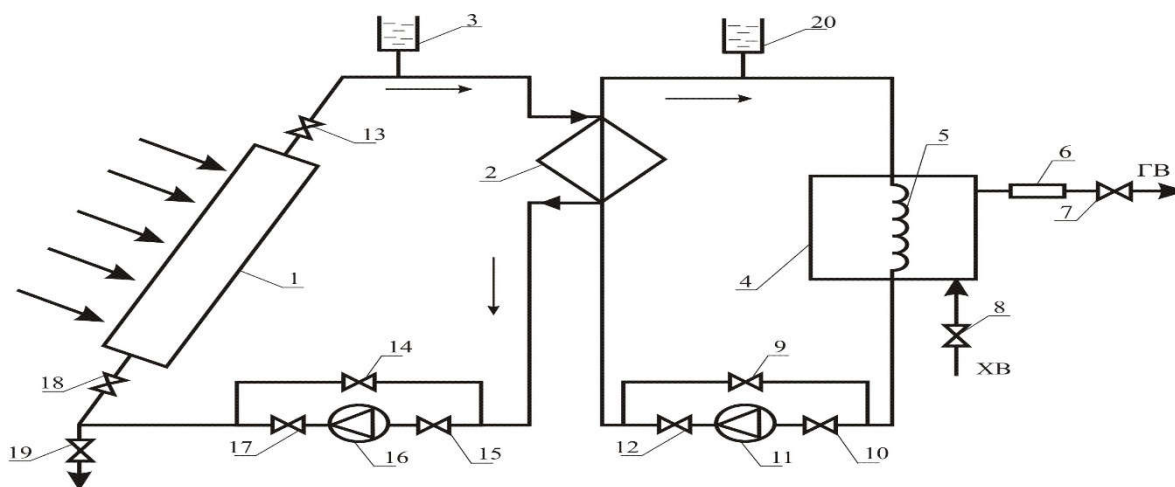
теля циркуляционного контура в пределах, ограниченной температурой водопроводной воды. Скоростной теплообменник, установленный перед входом исходной воды в бак-аккумулятор, позволяет обеспечить нормальную работу системы горячего водоснабжения в течение всего периода инсоляции.

Как известно для всех вышеприведенных схем систем солнечного горячего водоснабжения характерно низкое значение коэффициента теплообмена и стремление увеличить теплообмен привело к появлению схем с промежуточным контуром (рис. 8). Но это приводит к усложнению и удорожанию системы, а также к снижению экономической эффективности и надежности. Экономически такой вариант, как правило, оказывается неоправданным, так как в летний период дорогостоящая солнечная система оказывается сильно недогруженной.



**Рис. 7.** Схема ССГВ со скоростным теплообменником:

- 1 – солнечный коллектор; 2 – скоростной теплообменник; 3 – бак расширитель; 4 – бак-аккумулятор; 5, 7 – трубопроводы с вентилем для горячей и холодной воды; 6 – вентиль до бака-аккумулятора; 8, 13 – вентили на выходе и входе солнечного коллектора; 9, 10, 12 – вентили; 11 – циркуляционный насос; 14 – сливной кран.



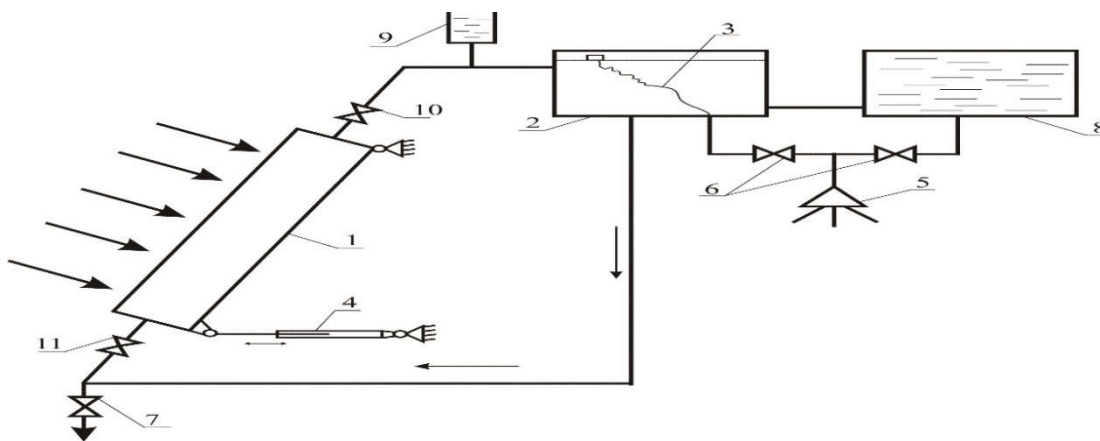
**Рис. 8.** Трехконтурная система СГВ:

1 – солнечный коллектор; 2 – скоростной теплообменник; 3, 20 – баки расширители; 4 – бак-аккумулятор; 5 – теплообменник; 6 – дополнительный источник энергии; 7, 8 – трубопроводы с вентилем для горячей и холодной воды; 9, 10, 12, 14, 15, 17 – вентили; 11, 16 – циркуляционные насосы; 13, 18 – вентили на выходе и входе солнечного коллектора; 19 – сливной кран.

Во многих странах ведутся поиски путей для увеличения эффективности работы систем солнечного горячего водоснабжения.

Для организации производства и широкого внедрения солнечных установок в народное хозяйство республики Институтом автоматики разработан ряд конструкций солнечных водонагревательных установок для нужд горячего водоснабжения.

Солнечная водонагревательная установка серии «НУР» (рис. 9) представляет собой наиболее простую и удобную в эксплуатации установку, предназначенную для использования в первую очередь в районах, где отсутствует водопроводная система: отдаленных горных селениях, чабанских странах, отдельно стоящих индивидуальных жилищах и т.д.



**Рис. 9.** Принципиальная схема солнечной установки. «Нур-80»:

1 – солнечный коллектор; 2 – бак-аккумулятор; 3 – гибкий трубопровод с поплавком; 4 – механизм регулировки угла наклона коллектора; 5 – смеситель; 6 – вентили смесителя; 7 – сливной кран; 8 – бак холодной воды; 9 – расширительный бачок; 10, 11 – вентили на выходе и входе солнечного коллектора.

Установка термосифонного типа, сезонного режима работы, состоит из металлического каркаса, обтянутого непрозрачной пленкой. Наверху установлены два бака: для холодной и горячей воды.

Бак горячей воды соединен с входными и выходными патрубками солнечного коллектора. Коллектор расположен ниже уровня бака-аккумулятора и за-

реплен на каркасе. Коллектор закреплен таким образом, что можно устанавливать его под любым углом к горизонту. Такое конструктивное решение позволяет установить оптимальный угол наклона коллектора к горизонту в зависимости от местности и времени его эксплуатации и обеспечить наиболее эффективную работу установки. Баки холодной и горячей воды сое-

динены между собой для смешивания и подачи потребителю воды с требуемой температурой [4, 21,22].

Отличительной особенностью солнечной установки «Нур-125» является наличие бака-дозатора со встроенным в него поплавковым механизмом и одного бака-аккумулятора. Установка предназначена для использования в условиях, где имеется водопровод.

Бачок-дозатор с поплавковым механизмом обеспечивает автоматическую подачу холодной воды в систему по мере использования горячей воды потребителем. Установка может эффективно использоваться в пионерских лагерях, домах отдыха, пансионатах, на небольших промышленных и сельскохозяйственных объектах.

Все вышеприведенные системы работают в основном в сезонном режиме; в ряде случаев не обеспечивают заданную температуру нагрева теплоносителя, что требует предусмотреть ряд дополнительных мер при их работе (установка дублера, создание системы автоматического управления и т. д.). Все это в

конечном итоге приводит к удорожанию системы и снижению ее надежности и экономической эффективности.

Учитывая описанные недостатки известных установок, нами предлагается новая технология нагрева воды за счет солнечной энергии путем использования солнечного коллектора с эффектом сифона.

На рисунке 10 представлен, солнечный коллектор с эффектом сифона. Солнечный коллектор состоит из корпуса 1; теплоизоляции 2; теплопоглощающей пластины 3; свето-прозрачного покрытия 4 и сифона солнечного коллектора 5.

Корпус коллектора обеспечивает долговечность и устойчивость к воздействию внешней среды; размещенная в корпусе и в боковых краях пластины теплоизоляция предусмотрена для уменьшения тепловых потерь; теплопоглощающая пластина с неотражающим черным покрытием, обеспечивает максимальное поглощение солнечного излучения;

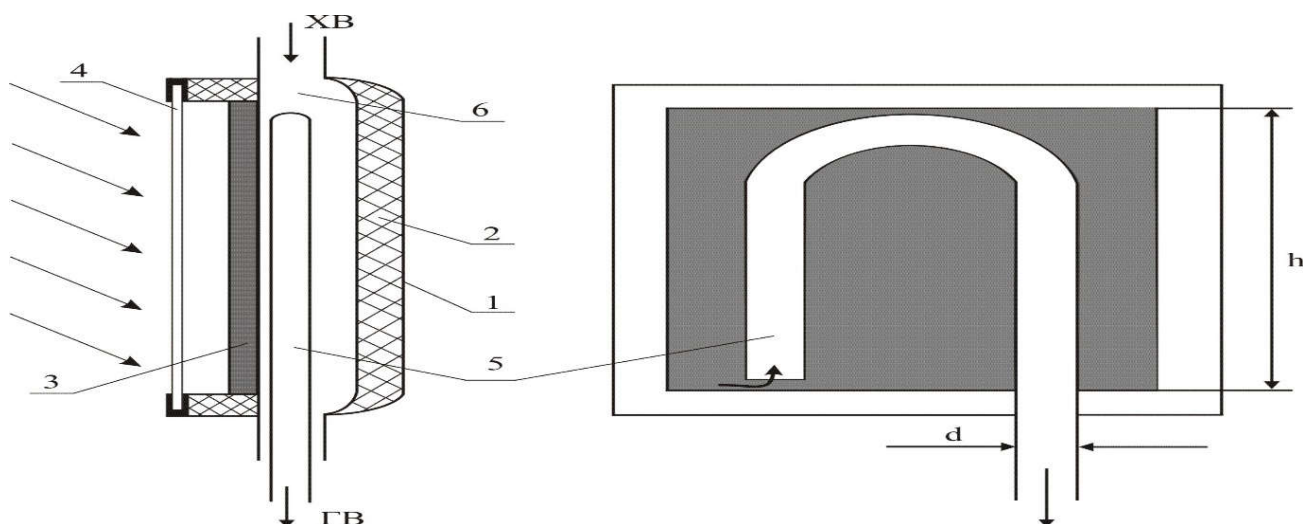


Рис. 10. Солнечный коллектор с эффектом сифона:

1 – корпус солнечного коллектора; 2 – теплоизоляция; 3 – тепловоспринимающая поверхность; 4 – свето-прозрачное покрытие; 5 – сифон солнечного коллектора.

Свето-прозрачное покрытие используется в целях теплоизоляции пластины сверху и закрывает корпус. Теплопоглощающая пластина с тыльной стороны снабжена сифоном, который обеспечивает порционную подачу воды в бак-аккумулятор, причем, сифон установлен таким образом, что при прохождении через него теплоносителя, происходит полное опорожнение коллектора.

Солнечный коллектор работает следующим образом: в сифонный коллектор, где происходит, разогрев теплопоглощающей пластины 3 под действием солнечной радиации, перетекает жидкость из бака дозатора. Далее происходит процесс теплообмена между пластиной и жидкостью, и нагретая жидкость через сифон солнечного коллектора 5 поступает в бак-аккумулятор, затем к потребителю.

Данный солнечный коллектор имеет возможность обеспечить круглогодичный режим работы без использования специальной дорогостоящей незамерзающей жидкости [23, 24].

#### Выводы:

1. В настоящее время имеется большое разнообразие различных конструктивных решений низко-потенциальных тепловых солнечных преобразователей, однако все они имеют один большой недостаток, не могут работать в круглогодичном режиме работы, когда установка имеет один контур.

2. Нами впервые предложено новое техническое решение конструкции СК с использованием эффекта сифона, позволяющего использовать новую технологию нагрева воды в зимнее время.

**Литература:**

1. Дениленко Г.И. Возобновляемые источники энергии. - Киев: Выща школа, 1983.
2. Научно-технические проблемы комплексного использования возобновляемых источников энергии. Сб. н. тр. / Гос. н.-и. энерг. Институт им. Г.М. Кржижановского. - М.: ЭНИН, 1986. -190с.
3. Стырикович М.А и др. Энергетика. Проблемы и перспективы. - М.: Энергия, 1981. - 192с.
4. Обозов А.Дж., Боровик Л.А. Автономный жилой дом с системой комбинированного энергоснабжения. ИА НАН. - Бишкек, 1991. - 71 с.
5. Обозов А.Дж. Разработка методов расчета и конструирования элементов и устройств малоэнергоёмких солнечно-ветровых комплексов: Автореф. Дисс. д-ра техн. наук: 05.14.08. - Бишкек, 2003. - 54 с.
6. Авезов Р.Р. и др. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения. / Под ред. Э.В. Сарнацкого. - М.: Стройиздат, 1990. - 328с.
7. Доброхотов В.И. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Проблемы и перспективы. / Теплоэнергетика. - №5, 1996. - С.2-9.
8. Обозов А.Дж. Современные технологии энергоснабжения автономных объектов с использованием возобновляемых источников энергии. // Межд. науч.-техн. конф. Энергосбережение – проблемы, современные технологии и управление. 18-19 декабря 2003. - Бишкек, 2003. - С. 132-136.
9. Селиванов Н.П. Энергоактивные солнечные здания. - М.: Знание, 1982.
10. Солнечное горячее водоснабжение. //www.eere.energy.gov/water\_heating.html
11. Тагайматова А.А., Обозов А.Дж. Экспериментальные исследования сифонного солнечного коллектора. // Гелиотехника. - Ташкент, 2009. - 52-55 с.
12. Харченко И.В. Индивидуальные солнечные установки. - М.: Энергоиздат, 1991. - 208с.
13. Авезов Р.Р., Орлов Л.Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. - Ташкент: ФАН, 1988. - 288с.
14. Гершкович В.Ф., Ферт А. Расчет гелиосистем с термосифонной циркуляцией. «Гелиотехника» №1. - Ташкент, 1985. - С. 60-62.
15. Рашидов Ю.К. Автономная термосифонная солнечная установка горячего водоснабжения повышенной производительности. «Гелиотехника», №5. - Ташкент, 1991. - С. 58-60.
16. Рекомендации по расчету и проектированию систем солнечного водоснабжения с солнечными водонагревательными установками. - Ташкент: ФТИ им. С.В. Стародубцева, АН УзССР, 1977. - 28с.
17. Системы солнечного горячего водоснабжения. Нормы проектирования. - М.: Госгражданстрой, 1985.
18. СНиП 11-34-76. Горячее водоснабжение. - М.: Госстрой, 1976.
19. Волеваха Н.М., Волеваха В.А. Нетрадиционные источники энергии. - Киев: Выща школа, 1988. - 62с.
20. Системы солнечного тепло- хладоснабжения. / Под ред. Э.В. Сарнацкого, С.А. Чистовича. - М.: Стройиздат, 1990.
21. Обозов А.Дж., Токочев К.И. Нетрадиционные источники энергии для малоэнергоёмких объектов. КНИИНТИ. - Фрунзе, 1990. - 56 с.
22. Обозов А.Дж. и др. Возобновляемые источники энергии Кыргызской Республики. «Гелиотехника» №1. - Ташкент, 1998. - С. 32-39.
23. Патент КР №855, МПК 7 F 24 J 2/00. Солнечный коллектор с эффектом сифона / Тагайматова А.А., Обозов А.Дж.
24. Тагайматова А.А., Обозов А.Дж. Исследование и разработка тепловой модели солнечного коллектора с эффектом сифона. // Проблемы автоматики и управления. - Бишкек: Илим, 2006. - 112-119с.
25. Жуманалиева М.У Система горячего водоснабжения и анализ их системы. / Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. - 2020. - №. 8. - С. 3-7