

ПОДОГРЕВ ВОДЫ В СИСТЕМЕ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

HEATING WATER IN A HOT WATER SYSTEM USING SOLAR COLLECTORS

Л. А. Липницкий, А. Р. Хамицевич, А. А. Бутько
L. Lipnitski, A. Khamitsevich, A. Butko

*Белорусский Государственный Университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
alexunderson001@gmail.com
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

В данной работе рассматриваются варианты подогрева воды при помощи солнечной энергии, которые можно использовать для частных домов. Выбирается оптимальный вариант приемлемый для климатических условий Беларуси.

This paper discusses options for heating water using solar energy, which can be used for private homes. The best option is selected that is suitable for the climatic conditions of Belarus.

Ключевые слова: водоснабжение, проектирование, эффективность, возобновляемые источники энергии, солнечная энергия, солнечные коллекторы, фотоэлектрические панели, циркуляция, водонагревание.

Keywords: water supply, engineering, efficiency, renewable energy sources, solar energy, solar collectors, photovoltaic panels, circulation, water heating.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2020-2-406-408>

По топливно-энергетическими ресурсам Республика Беларусь относится к государствам, имеющим ограниченное их количество, и входит в двадцатку наиболее энергозависимых стран мира [1]. На сегодняшний день, в связи с удорожанием энергоносителей, а также с целью начать учиться жить и работать, не находясь в зависимости от энергоресурсов других стран, актуальным становится использование альтернативных источников энергии. Использование возобновляемых источников энергии заметно снижает потребность в использовании природных ресурсов, а это позволяет минимизировать загрязнение окружающей среды.

Одним из приоритетных направлений в использовании нетрадиционных возобновляемых источников энергии является солнечная энергия. В настоящее время актуально использование солнечной энергии для систем теплоснабжения и горячего водоснабжения (далее – ГВС) в жилищно-коммунальном хозяйстве и агропромышленном секторе.

Несмотря на то, что в нашей стране в среднем 250 дней в году пасмурных, 85 – с переменной облачностью и 30 ясных, солнечная энергетика в Беларуси развивается активно [2]. В последние несколько лет увеличилось производство солнечной энергии до 51 млн. кВт·ч в 2018 году. Этой энергией можно обеспечить небольшой город на протяжении года [3].

Владельцы дач и коттеджей рассматривают различные приемлемые варианты отопления и горячего водоснабжения своей собственности: от твердотопливных и газовых котлов до солнечных коллекторов. Подходящей альтернативой может стать любая возможность отказаться от привычного в сельской местности использования газа или другого вида топлива. Например, аккумулировать и использовать энергию солнечной радиации.

Наиболее популярным вариантом использования солнечной энергии является солнечный коллектор с естественной циркуляцией, приведенный на рисунке 1.

Заполнение холодной водой осуществляется через нижнюю часть бака-аккумулятора. С помощью коллектора, подключенного между нижней и средней точкой бака, происходит нагрев воды. За счет разности плотности горячей и холодной воды возникает естественная циркуляция, скорость которой зависит от наличия достаточной солнечной радиации.

Основными недостатками данного технического решения является ограниченность его использования в течение всего года с учетом климатических условий Беларуси и необходимости слива воды из всей системы перед началом зимнего периода года.

Решением, позволяющим устранить данный недостаток, является двухконтурная система с естественной циркуляцией, приведенная на рисунке 2.

Принцип работы схемы аналогичен одноконтурной, но в отличие от предыдущей, в нее добавлен замкнутый коллекторный контур. Бак-аккумулятор дополнен греющим элементом (змеевиком), через который проходит теплоноситель. В качестве теплоносителя можно использовать воду или незамерзающий антифриз. Полный нагрев бака-аккумулятора происходит постепенно в течение дня, т.е. скорость циркуляции также зависит от наличия достаточной солнечной радиации, что является ограничением для постоянного получения горячей воды [4]. Данная скорость

циркуляции не позволяет эффективно отбирать тепло, поступающее на коллектор. При большом количестве отбора воды мы не можем обеспечить минимальную необходимую температуру воды для использования ее потребителем.

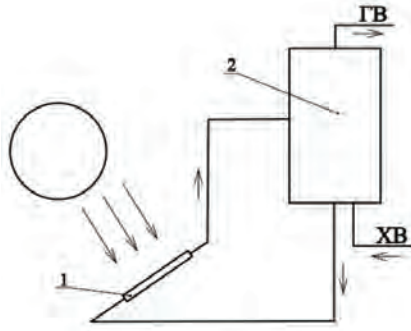


Рисунок 1 – Одноконтурная схема с естественной циркуляцией:
1-солнечный коллектор; 2-бак-аккумулятор

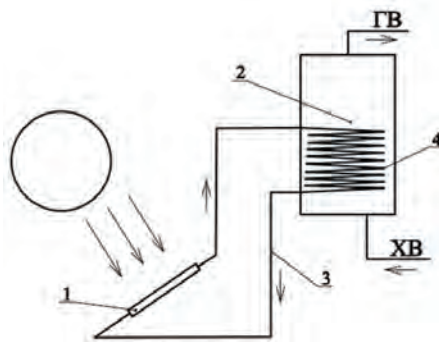


Рисунок 2 – Двухконтурная схема с естественной циркуляцией:
1-солнечный коллектор; 2-бак-аккумулятор; 3-замкнутый коллекторный контур; 4-змеевик

Ввиду отмеченных недостатков наиболее эффективным, по мнению авторов, будет применение двухконтурной схемы с принудительной циркуляцией, когда теплоноситель будет перекачивать циркуляционный насос.

Главным моментом при проектировании является определение нагрузки на систему ГВС, обеспечение поступления тепловой энергии для подогрева воды, а также использование водосберегающей арматуры, сокращающей нагрузку на систему.

Потребление горячей воды может сильно отличаться в зависимости от привычек владельцев здания. При среднем потреблении горячей воды $75 \text{ л/чел}\cdot\text{день} = 0,075 \text{ м}^3$ доля энергии, идущей на ГВС, в общей потребности здания в тепловой энергии составляет около 55% [3].

Учитывая полученные данные, подбираем объем водонагревателя и бака-аккумулятора.

Солнечную энергию можно использовать с максимальным КПД по двум технологиям:

1. прямой нагрев теплоносителя в тепловом коллекторе системы горячего водоснабжения;
2. солнечные фотоэлектрические панели преобразуют энергию солнечной радиации в электричество и передают его к оборудованию (например, к котлу).

При проектировании системы горячего водоснабжения от солнечных коллекторов в частном доме следует учитывать климатические условия Беларуси, практичный угол установки коллекторов для наших широт. Для недопущения накопления снега необходимо организовать достаточно удобное пространство при прокладке трубопроводов от коллектора к баку-аккумулятору.

Для обеспечения циркуляции гликоля в солнечных коллекторах подогрева ГВС установлен насос. При использовании насоса, питающегося от электросети, возможны перебои в подаче электроэнергии, ведущие к перегреву гликоля в коллекторах. Решением данной проблемы может являться питание насоса за счет электрической энергии, получаемой от фотоэлектрической панели, которая помогает исключить затраты от городских электрических сетей. Использование фотоэлектрической панели для работы насоса также позволяет предотвращать потери гликоля из системы из-за его возможного вскипания.

С целью контроля работы системы и получения максимальной энергоэффективности предусмотрена система автоматики (рис.3). Управление и мониторинг осуществляется с помощью датчиков: пуск и остановка насоса зависят от полученных данных датчиков коллектора и бака-аккумулятора, а в дни неинтенсивного пользования горячей водой и с целью предотвращения перегрева в системе учтена установка электромагнитного клапана – система сможет автоматически сбрасывать горячую воду. Для компенсации изменения объема в контуре горячей

воды предусмотрен расширительный бак. Данные, полученные от датчиков температуры на входе и выходе из коллектора и бака, помогают исключить работу насоса в случае, когда температура воды ниже заданной. В системе предусмотрен обратный клапан на насосе рециркуляции горячей воды, отвечающий за обеспечение безопасной работы системы в случае, когда перегрев воды способствует попаданию в систему в обход существующих водонагревателей и подмешивающего клапана. Для нагрева воды до заданной температуры при недостаточном получении солнечной радиации в ночное время суток и пасмурные дни в системе предусмотрены газовые водонагреватели [5].

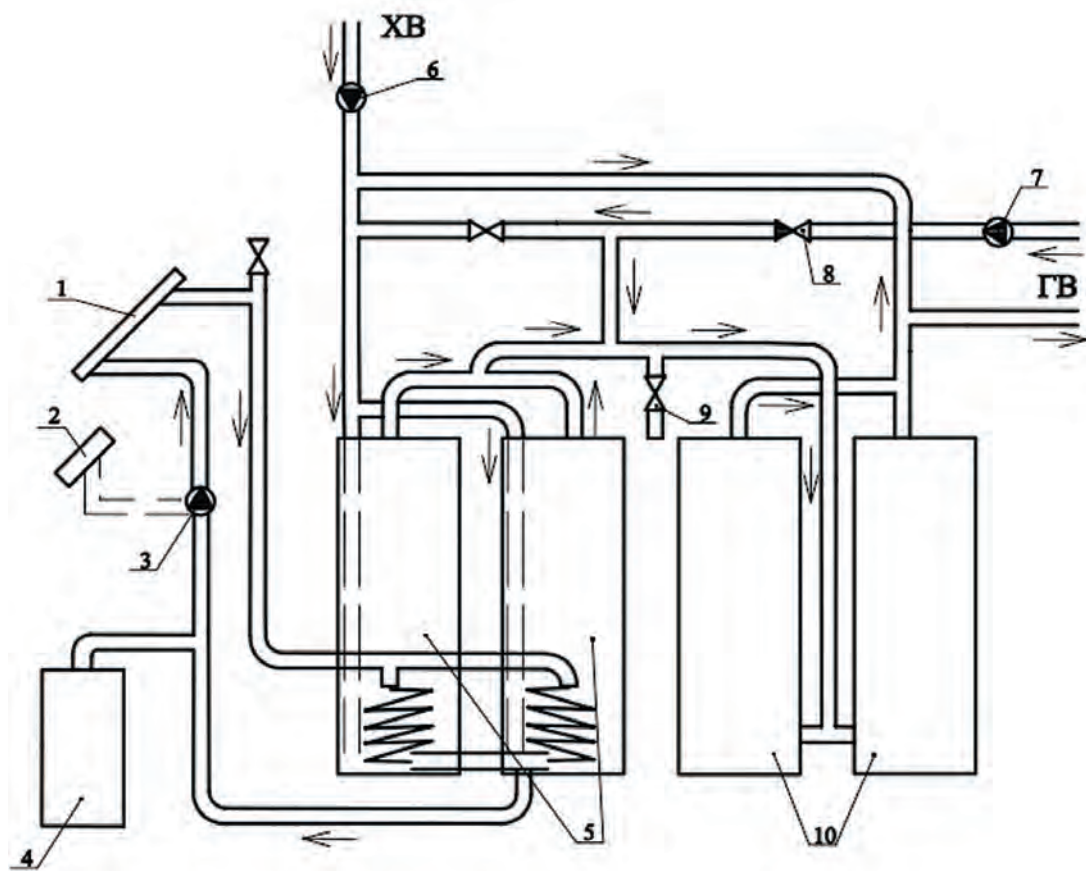


Рисунок 3 – Система подогрева воды с использованием солнечных коллекторов:

1-солнечный коллектор; 2-фотоэлектрическая панель; 3-насос контура коллекторов; 4-расширительный бак; 5-солнечный бак-аккумулятор; 6-насос, подающий холодную воду; 7-рециркуляционный насос; 8-обратный клапан; 9-предохранительный (электромагнитный) клапан от перегрева; 10 - газовый водонагреватель

Анализ схем показывает, что при среднем потреблении горячей воды в Беларуси наиболее энергоэффективной будет система подогрева с использованием солнечных коллекторов и циркуляционных насосов с дополнительной фотоэлектрической панелью для питания. Оптимальным для климатических условий региона является выбор комбинированной системы, когда при недостатке тепла от гелиоколлектора для подогрева используются газовые водонагреватели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Инфографика «Топливо-энергетический баланс Республики Беларусь за 2018 год». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/upload-belstat/upload-belstat-pdf/oficial_statistika/ТЭВ_2018_infografika.pdf. – Дата доступа: 05.03.2020.
2. Солнечная энергия в качестве локомотива экономического развития в промышленности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://energobelarus.by/articles/alternativnaya_energetika/solnechnaya_energiya_vkachestve_lokomotiva_ekonomicheskogo_razvitiya_v_promyshlennosti/. — Дата доступа: 05.03.2020.
3. Проектирование фотоэлектрических систем: учебно-методическое пособие / А.А. Бутько [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018.–294 с.
4. Солнечная энергия для горячего водоснабжения [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.helios-house.ru/solnechnaya-energiya-dlya-goryachego-vodosnabzheniya-teoriya.html> — Дата доступа: 05.03.2020.
5. Atkinson, G. Системы подогрева воды в системе ГВС при помощи солнечной энергии. Практический опыт. / G. Atkinson, T. Colvin // Сантехника, 2015. — № 3. — С. 10-15.