

водами приводит к определенному снижению массы образовавшегося осадка гальванического производства.

### **Список литературы**

- 1 Гиляров, А. М. Экология биосфера / А. М. Гиляров. – М. : Из-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 2018. – 158 с.
- 2 Радион, Е. В. Физико-химические методы анализа. Лабораторный практикум : учеб.-метод. пособие / Е. В. Радион, А. Е. Соколовский, Н. А. Коваленко. – Минск : БГТУ, 2010. – 108 с.

УДК 692.239:620.92

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ОБОГРЕВА ФУНДАМЕНТА ПО ТИПУ «УТЕПЛЕННАЯ ШВЕДСКАЯ ПЛИТА»**

*A. V. ЛЕМЕШЕВСКАЯ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель  
lina.lemeshewskaia@gmail.com*

**Актуальность.** Проблема энергоэффективности отопления частных домов заключается в высоких затратах на энергоресурсы и значительном углеродном следе, обусловленном использованием традиционных систем отопления (газ, электричество, твердое топливо). Низкая теплоизоляция зданий, устаревшее оборудование и неэффективные системы управления климатом приводят к значительным потерям тепла, увеличивая счета за отопление и негативно влияя на окружающую среду. Кроме того, зависимость от невозобновляемых источников энергии создает риски, связанные с колебаниями цен и энергетической безопасностью.

Альтернативные источники энергии предлагают ряд преимуществ перед традиционными ископаемыми видами топлива. В частности, солнечные батареи обладают следующими достоинствами: экологическая чистота, экономическая эффективность (в долгосрочной перспективе), независимость от централизованных энергосетей, низкие эксплуатационные расходы, расширяемость системы, доступность ресурса. В сравнении с другими альтернативными источниками энергии солнечные батареи отличаются относительной простотой установки и эксплуатации, а также широкой доступностью технологий и оборудования.

**Цель работы** – анализ целесообразности использования солнечных батарей и возможности комбинирования с фундаментом утепленная шведская плита.

**Основные результаты.** Несмотря на то, что Беларусь расположена в умеренном климатическом поясе с относительно коротким солнечным сезоном и значительной облачностью, уровень солнечной радиации достаточен для эффективной работы фотоэлектрических систем.

Факторы, влияющие на доступность солнечной энергии:

1 Солнечная радиация. Среднегодовой уровень солнечной радиации в Беларуси составляет примерно 1000–1200 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год. Это меньше, чем в южных регионах, но все же достаточно для производства электроэнергии. Максимальная солнечная радиация приходится на летние месяцы.

2 Продолжительность солнечного сияния. Количество солнечных часов в году варьируется в зависимости от региона, но в среднем составляет около 1800–2000 часов.

3 Облачность. Значительная облачность, особенно в осенне-зимний период, снижает эффективность солнечных батарей. Однако современные солнечные панели достаточно эффективно работают при рассеянном свете.

4 Географическое положение. Северное расположение Беларуси относительно экватора означает меньший угол падения солнечных лучей по сравнению с южными странами, что несколько снижает эффективность солнечных установок.

5 Климатические условия. Зимние морозы и снегопады могут незначительно снизить эффективность работы солнечных панелей, но современные панели разработаны с учетом таких условий.

Несмотря на вышеперечисленное, Беларусь обладает потенциалом для развития солнечной энергетики. Этот потенциал можно реализовать за счет использования высокоеффективных солнечных панелей, оптимизации ориентации и угла наклона солнечных панелей, использования систем накопления энергии, развития законодательной базы и государственной поддержки [1, 6].

Утепленная шведская плита (УШП) – это фундамент мелкого заложения, представляющий собой монолитную железобетонную плиту, в которую встроены коммуникации и система обогрева «теплый пол». Данная технология отличается тем, что прокладка инженерных сетей и коммуникаций производится параллельно обустройству основания, что существенно сокращает сроки строительства, позволяя возводить большее количество жилых домов по сравнению с распространенной в нашей стране технологией ленточных фундаментов. Она сочетает в себе функции фундамента, теплоизоляции и системы отопления, обеспечивая значительную экономию энергии по сравнению с традиционными способами обогрева, что в свою очередь сокращает углеродный след в процессе эксплуатации [2].

На рисунке 1 представлена конструкция фундамента УШП.



Рисунок 1 – Конструкция фундамента УШП

При необходимости данную систему можно перевести с традиционного в нашей стране газового оборудования на альтернативные источники энергии, что будет способствовать дальнейшему снижению энергопотребления и экологичности отопления, еще больше сокращая углеродный след от эксплуатации УШП. Для подключения солнечных батарей к фундаменту по типу УШП потребуется следующее оборудование:

1 Солнечные фотоэлектрические (PV) панели. Они преобразуют солнечный свет в постоянный ток (DC). Выбор типа панелей (монокристаллические, поликристаллические, тонкопленочные) зависит от бюджета и условий эксплуатации.

2 Солнечные инверторы преобразуют постоянный ток (DC) от солнечных панелей в переменный ток (AC), используемый бытовой электросетью. Необходим инвертор с соответствующей мощностью, желательно с функцией слежения за максимальной точкой мощности (MPPT).

3 Аккумулятор позволяет накапливать избыточную энергию, производимую солнечными панелями в дневное время, для использования ночью или в пасмурную погоду. Выбор типа и емкости аккумуляторов зависит от потребностей и бюджета. Системы с аккумуляторами обеспечивают большую независимость от внешней электросети.

4 Тепловой насос – это основной элемент системы отопления. Использует электричество, полученное от солнечных панелей, для извлечения тепла из внешней среды (воздуха, земли, воды) и передачи его в систему отопления шведской плиты. Тип теплового насоса (воздух – вода, земля – вода, вода – вода) выбирается в зависимости от условий эксплуатации и доступности ресурсов.

5 Циркуляционный насос обеспечивает циркуляцию теплоносителя (воды с антифризом) в контуре отопления шведской плиты. Необходим насос с соответствующей мощностью и характеристиками для обеспечения эффективного обогрева.

6 Распределительный шкаф собирает и распределяет электричество от солнечных панелей, инвертора и других компонентов системы. Оснащается защитной аппаратурой (автоматами, УЗО).

7 Трубы и фитинги необходимы для прокладки контура отопления шведской плиты. Подбираются в зависимости от типа теплоносителя и требований к системе.

8 Теплоизоляция труб минимизирует потери тепла в контуре отопления.

9 Датчики и контроллеры нужны для мониторинга работы системы, регулировки температуры и автоматического управления.

10 Кабели и проводка необходимы для подключения всех компонентов системы. Необходимо использовать кабели соответствующего сечения и класса изоляции.

11 Заземление обеспечивает безопасность системы.

12 Система мониторинга (опционально) позволяет отслеживать производительность системы, потребление энергии и другие параметры.

Все элементы системы должны быть совместимы друг с другом и подобраны в соответствии с расчетами и требованиями проекта [3–5].

**Выводы.** В целом, доступность солнечной энергии в Беларуси позволяет использовать ее для различных целей, включая отопление частных домов, хотя и требует более тщательного планирования и выбора оборудования, чем в странах с более высоким уровнем солнечной радиации. Утепленная шведская плита с солнечными батареями имеет существенно меньший углеродный след на протяжении всего жизненного цикла по сравнению с большинством традиционных систем отопления, особенно если учитывать энергию, производимую из ископаемых видов топлива. Однако точный количественный анализ требует учета всех факторов и конкретных данных об используемых материалах и оборудовании. Использование экологически чистых материалов и высокоэффективных солнечных панелей и теплового насоса позволит еще больше снизить углеродный след данной системы.

### Список литературы

1 Солнечная энергетика: состояние и перспективы использования в Беларуси // EN-ERGOBELARUS. – URL: [https://energobelarus.by/articles/alternativnya\\_energetika/solnechnaya\\_energetika\\_sostoyanie\\_i\\_perspektivy\\_ee\\_ispolzovaniya\\_v\\_respublike\\_belarus/?ysclid=m91ftns8i4380867951](https://energobelarus.by/articles/alternativnya_energetika/solnechnaya_energetika_sostoyanie_i_perspektivy_ee_ispolzovaniya_v_respublike_belarus/?ysclid=m91ftns8i4380867951) (дата обращения: 18.02.2025).

2 Утепленная шведская плита – решение 3 в 1 // ТехноНИКОЛЬ. – URL: [https://gomel.tstn.by/articles/statya\\_15\\_uteplennaya\\_shvedskaya\\_plita\\_reshenie\\_3\\_v\\_1/](https://gomel.tstn.by/articles/statya_15_uteplennaya_shvedskaya_plita_reshenie_3_v_1/) (дата обращения: 27.02.2025).

3 Подключение солнечных панелей и распространенные схемы // Чистая энергия. – URL: <https://al-energy.ru/blog/post/podklyuchenie-solnechnykh-panelej-i-rasprostranennye-shemy> (дата обращения: 18.02.2025).

4 Варианты схем подключения солнечных батарей // Энергосоюз. – URL: <https://energo-souz.ru/articles/skhemy-podklyucheniya-solnechnykh-paneley/?ysclid=mfuq1pmdo8568010592> (дата обращения: 20.02.2025).

5 Фотоэлектрические системы резервного электроснабжения для индивидуальных потребителей / В. А. Березняк, В. В. Кувшинов, А. Д. Касницкий [и др.] // Энергетические установки и технологии. – 2024. – Т. 10, № 1. – С. 29–33.

6 **Баклагина, А. С.** Эффективность использования солнечных батарей в Московской области для частного дома, как источник альтернативной энергии / А. С. Баклагина, О. С. Мулькова // Ресурсам области – эффективное использование : материалы XVII Ежегодной науч. конф. студентов Технологического университета, Королёв, 1 нояб. 2017 г., в 2 ч. Ч. 1. – Королёв : Научный консультант, 2017. – С. 385–390.

УДК 628.193

## **КАЧЕСТВО ПИТЬЕВЫХ ВОД ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

*A. Н. ЛИЦКЕВИЧ, Н. Н. КОСТЮЧЕНКО, Л. А. КУТАЕВА, Л. И. ЧИРУК*

*Полесский аграрно-экологический институт Национальной  
академии наук Беларусь, г. Брест*

*hydropaei@gmail.com*

**Актуальность.** Мониторинг грунтовых вод – один из эффективных методов контроля экологического состояния водоносных горизонтов. На участках индивидуальной застройки грунтовые воды широко используются сельскими жителями для хозяйствственно-питьевых целей. В то же время на данных участках одновременно представлены две отрасли сельского хозяйства: животноводство и растениеводство с неконтролируемым внесением в почву удобрений. Согласно данным центров гигиены и эпидемиологии более 60 % колодцев на территории Брестской области имеют повышенное содержание нитратов. Это обусловлено использованием интенсивных технологий в сельском хозяйстве, высокой проникаемостью почв и небольшой глубиной залегания грунтовых вод (1,5–5 м) [1].

**Цель работы** – определение химического состава питьевой воды децентрализованных источников водоснабжения.

**Основные результаты.** Исследования проводили в д. Седруж, расположенной в юго-восточной части Каменецкого района Брестской области. Почвообразующими породами на исследуемой территории являются водно-ледниковые и древнеаллювиальные супеси. В структуре почвенного покрова