

УДК 697.329

## КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА И ЗЕМЛИ

**Е. М. Старовойтова<sup>1</sup>, А. С. Колпаков<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> Katya.03.es@gmail.com

**Аннотация.** Рассмотрена энергоэффективная гибридная система теплоснабжения зданий с солнечной водонагревательной установкой и геотермальным тепловым насосом.

**Ключевые слова:** солнечная энергия, геотермальный тепловой насос, система теплоснабжения, коллектор, энергоэффективность

## COMBINED HEAT SUPPLY SYSTEM USING THE ENERGY OF THE SUN AND EARTH

**E. M. Starovoitova<sup>1</sup>, A. S. Kolpakov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Ural Federal University named after the First  
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> Katya.03.es@gmail.com

**Abstract.** An energy-efficient hybrid heat supply system for buildings with a solar water heating system and a geothermal heat pump is considered.

**Keywords:** solar energy, geothermal heat pump, heat supply system, collector, energy efficiency

Одной из главных задач энергетики является удовлетворение потребностей промышленности и жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) в тепловой энергии. Особо остро этот вопрос стоит в районах, удаленных от централизованных систем теплоснабжения. Запасы традиционных углеводородных ресурсов, используемых в этих целях, ограничены. Помимо этого обстоятельства, рост энер-

гопотребления и экологическая безопасность требуют увеличения энергоэффективности зданий. Решению названных проблем может способствовать применение возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [1].

Системы теплоснабжения с солнечными водонагревательными установками (СВНУ), использующие в своей основе солнечные коллекторы, могут быть применены как для отопления, так и для горячего водоснабжения, особенно на объектах индивидуального строительства. Однако широкое их применение осложнено климатическими факторами.

В силу объективных географических и экономических причин, а также требований энергоэффективности большая часть гелиоустановок используется в низких широтах, там, где много солнца, большинство дней в году безоблачные и теплые, а умеренное потребление тепловой энергии определяется достаточно высокой температурой окружающей среды. Однако на значительной территории России среднегодовой уровень инсоляции ограничен при стоянии низких среднегодовых температур. В среднем эксплуатационный период гелиоустановок не более 1530 ч в год. Потенциал энергии, передаваемой солнцем, наиболее велик на юго-западе страны, на Дальнем Востоке и в Южной Сибири, и именно в этих регионах рекомендуется использование солнечных коллекторов.

Помимо вышеперечисленных факторов на эффективность использования солнечной энергии в системах теплоснабжения влияют также схемы и конструктивные особенности самих СВНУ.

Поглощение солнечной радиации происходит в коллекторе. Для поддержания эффективности установок коллекторы должны обладать способностью поглощать как можно больше попадающей на них солнечной энергии, эффективно передавать полученное тепло теплоносителю и, самое главное, иметь низкие собственные теплопотери. По этой причине существенную роль играют их тип, параметры составляющих их компонентов, наклон и ориентация относительно направления лучей Солнца.

При проектировании энергоэффективных зданий, в основе систем теплоснабжения которых закладывается СВНУ, главной задачей является достижение равномерной генерации тепловой энергии необходимого потенциала для покрытия нагрузок. Учитывая нестабильный уровень самой генерации солнечной энергии, положительного

результата можно достичь путем использования систем комбинированного геотеплоснабжения.

Грунт — один из самых стабильных источников тепла, которое накапливается за летний сезон. Для получения тепла геотермальные тепловые насосы используют низкопотенциальную тепловую энергию земли: ее температура на глубине ниже 6 м примерно равна среднегодовой температуре воздуха в этой местности и слабо изменяется в течение года. Благодаря многочисленным разработкам и усовершенствованиям такие тепловые насосы способны поддерживать работоспособность системы теплоснабжения даже при значительных отрицательных температурах окружающей среды.

Полностью бестопливной и экологически чистой является гибридная установка солнечной и геотермальной отопительных систем. Комплексный подход создания солнечных установок в сочетании с геотермальными тепловыми насосами (ТН) позволяет использовать солнечный энергетический потенциал на достаточно высоком уровне и круглогодично эксплуатировать СВНУ в системах теплоснабжения. Такая комплексная система СВНУ и ТН практически без потерь использует потенциал солнечной энергии, преобразуя его в тепло. Система имеет два эксплуатационных режима. Энергия с коллекторов поступает в систему отопления и горячего водоснабжения (ГВС) дома и по возможности работает без помощи теплогенератора. При недостатке теплоты солнечной радиации в работу автоматически включается тепловой насос. Избыток тепла от коллекторов, выработанный за день, сохраняется в тепловом аккумуляторе для использования в ночное время и в последующие дни.

В теплое время года нагрузка на ГВС полностью ложится на солнечные коллекторы. Высокую энергоэффективность обеспечивают трубчатые коллекторы, которые по сравнению с плоскими имеют более высокое энергетическое извлечение. Тепловой насос же может быть использован в целях охлаждения или кондиционирования здания за счет подземного холода в режиме реверсивной работы. За счет оснащения здания геосистемами и тепловыми насосами появляется возможность производить в летний период энергии больше, чем потреблять. Избыток солнечной радиации летом поступает в геотермальный контур теплового насоса, отдавая тепло охлажденному грунту, тепловой потенциал которого восстанавливается. Поступающее тепло повышает температуру грунта до  $+12...+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , подготавливая систе-

му к началу следующего отопительного сезона и повышая эффективность работы ТН на 30...50 % в сам отопительный сезон.

Достоинством комплексной системы теплоснабжения является независимость от внешних факторов и полная автоматизация регулирования протекающих процессов, обеспечивающая высокий уровень надежности и бесперебойности работы СНВУ.

Ощутимым недостатком гибридной системы являются требуемые капитальные вложения, превышающие таковые для традиционных систем теплоснабжения, поскольку тепловые насосы и солнечные коллекторы изготавливаются из дорогостоящих материалов. Однако благодаря комплексу характеристик — полной автономности, бестопливности, экологичности и приемлемому сроку окупаемости (до 7 лет) — такая схема теплоснабжения представляет безусловный интерес не только для потребителей, но и для инвесторов ввиду возможности получения прибыли при гарантированном высоком ресурсом СНВУ и ТН сроке эксплуатации не менее 20 лет.

Выполненные инженерные и технико-экономические расчеты по параметрам технического задания [2] (90-квартирный дом с числом жильцов 360 чел.) обнаруживают высокую конкурентную способность СНВУ с ТН в системе ГВС здания по сравнению другими дополнительными источниками теплоснабжения (электродкотлы, котлы на твердом и жидком топливе), обеспечивая уровень стоимостных показателей 1 м<sup>3</sup> горячей воды, соответствующий газовым котлам.

#### **Список источников**

1. Велькин В. И., Щелоков Я. М., Щеклеин С. Е. Возобновляемая энергетика и энергосбережение / под общ. ред. В. И. Велькина. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2020. 312 с.
2. Слесаренко И. В. Совершенствование систем теплоснабжения с солнечными водонагревательными установками (на примере Дальневосточного региона) : дис. ... канд. техн. наук: 05.23.03 / Илья Вячеславович Слесаренко. СПб., 2016. 201 с.