

## Оптимизация процессов аккумуляция и сохранения тепловой энергии в активных солнечных системах

*Н.И. Галкина, М.А. Говорунов*

*Донской государственной технической университет, г.Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** Рассматриваются проблемы иррационального расходования энергетических ресурсов, приводящего к истощению природных запасов ископаемого топлива и загрязнению окружающей среды. Проводится анализ основных вопросов, рассматриваемых в ходе совершенствования систем солнечного теплоснабжения. Систематизируются актуальные научные, справочные и статистические данные, в процессе чего предложены способы повышения эффективности работы активных солнечных систем.

**Ключевые слова:** системы солнечного теплоснабжения, энергосбережение, аккумуляция тепловой энергии, накопление энергии, сохранение тепловой энергии, гелиоустановка.

В настоящее время вопрос иррационального расходования энергетических ресурсов является наиболее актуальным в мире, как среди специалистов данной области, так и среди простых обывателей, в той или иной мере использующих тепловую или электрическую энергию. Связано это с растущим населением планеты, увеличением стоимости добычи энергоресурсов, истощением мировых запасов и интенсивным развитием технологий. Данные аспекты обуславливают постоянно увеличивающийся уровень потребления энергоресурсов [1]. Ведь современный мир – это динамично развивающаяся система, обладающая мириадами производителей и потребителей, обеспечение которых требует большого количества ресурсов.

На данный момент перед специалистами энергетической сферы всего мира стоит задача в разработке общих концептуальных методов и способов, направленных на повышении показателей качества и эффективности работы различного энергетического оборудования и установок. Основными целями являются:

- снижение вредных выбросов [2];
- повышение эффективности генерации и накопления энергии;
- сокращение потерь энергии.

С первым аспектом, в части необходимости снижения уровня загрязнения окружающей среды, напрямую влияющего на вероятность возникновения и последующего развития глобальных экологических бедствий, таких как «Глобальное потепление», повышенное содержание вредных веществ в атмосфере и т.д., успешно справляется внедрение установок, основывающихся на использовании возобновляемых источников энергии (далее ВИЭ) [3]. С оставшимися целями ситуация кардинально иная. Простого внедрения концептуальных технологий недостаточно – требуется постоянное совершенствование и развитие, как отдельных элементов, так и в целом: систем, установок, оборудования.

Наиболее актуальным направлением возобновляемой энергетики в настоящее время является солнечное энергоснабжение, так как Солнце, по человеческим меркам, практически неисчерпаемый источник энергии – его «запасы» иссякнут через миллиарды лет (рис.1). Повсеместное использование солнечных установок позволяет в значительной мере реализовывать концепцию достижения первой поставленной цели – снижать вредные выбросы в атмосферу, и что также немаловажно, на базе солнечных энергоустановок осуществлять этапы по движению к двум оставшимся целям, а именно: путем совершенствования отдельных элементов и внедрения принципиально новых разработок развивать показатели качества и эффективности оборудования, ведущие к повышению уровня генерации и накопления энергии, а также сокращению потерь энергии.

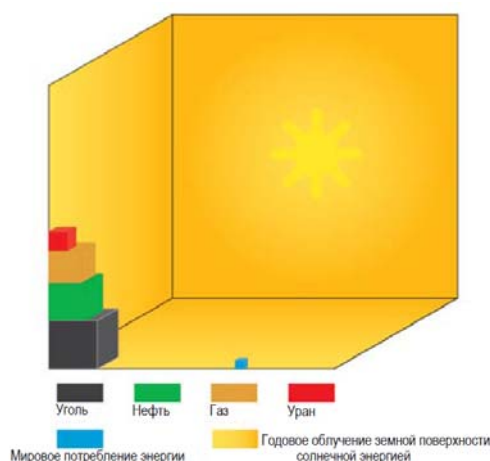


Рис. 1 – Диаграмма энергетического потенциала различных источников энергии

Для рассмотрения оговариваемых аспектов наиболее хорошо подходят установки солнечного теплоснабжения, так как создаваемые на их основе системы обладают всеми необходимыми параметрами и элементами, в той или иной мере фигурирующими при достижении установленных целей [4].

Основной комплекс оборудования, формирующего систему солнечного теплоснабжения (далее ССТ) представлен на рис.2.

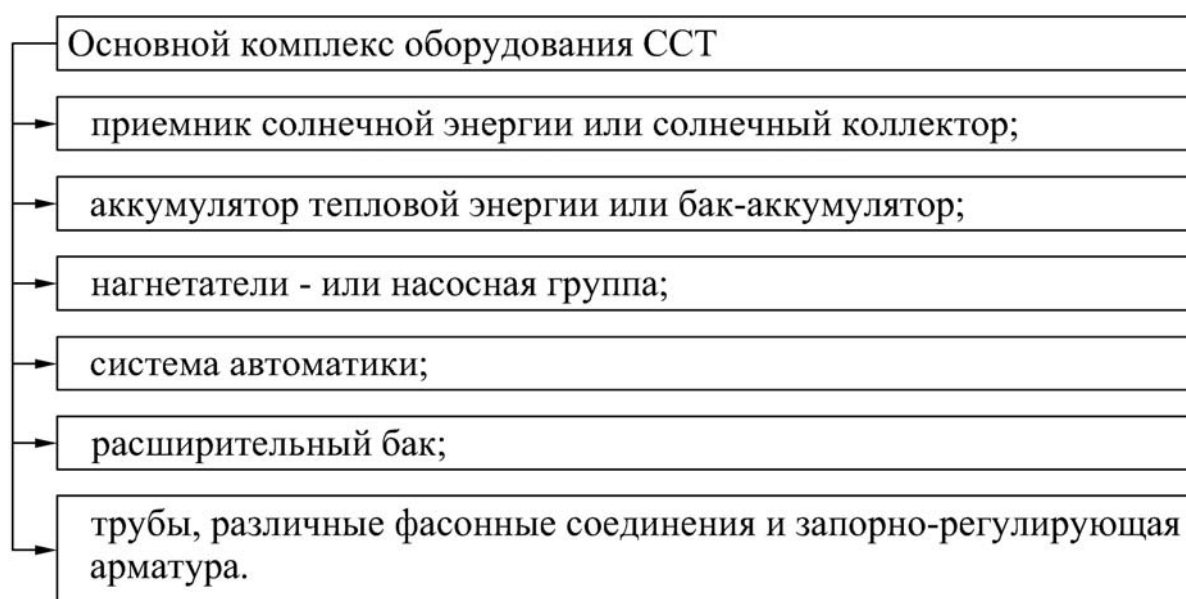


Рис. 2 – Элементы систем солнечного теплоснабжения

Солнечный коллектор является неотъемлемым элементом любой ССТ [5], т.к. только данное оборудование позволяет осуществлять преобразование солнечной энергии в тепловую с последующим накоплением в баке-аккумуляторе, который помимо накопления и сохранения энергии также выполняет функции распределения горячей воды на различные нужды: горячее водоснабжение, отопление, технологические нужды и др.

В настоящее время наиболее остро стоит задача совершенствования непосредственно процессов аккумуляции и сохранения энергии в оговариваемых системах, т.к. ССТ работают только при непосредственном облучении абсорби-

---

рующих панелей солнечных коллекторов, ночью солнечное излучение отсутствует, работа системы прекращается. Однако естественный отбор накопленной тепловой энергии (тепловые потери), ввиду разности температур внутри и снаружи бака-аккумулятора, продолжается. Гелиоустановки в зависимости от условий и режима работы могут за ночь терять вплоть до 100% накопленной энергии, что крайне неблагоприятно для потребителя и в целом для концепции энергосбережения.

Существует множество различных способов повышения эффективности аккумуляции и последующего сохранения накопленной тепловой энергии в ССТ, однако в большей степени они являются примитивными и не обеспечивают должного уровня качества.

Основным из вышеупомянутых способов является *тепловая изоляция баков-аккумуляторов и транзитных трубопроводов*, что обеспечивает существенное, но недостаточно высокое сокращение тепловых потерь. Кроме того, данный метод имеет ряд минусов и ограничений, в первую очередь связанных с допустимой толщиной стенок; не представляется возможным применять безмерно высокую толщину теплоизоляции, ввиду существующего показателя критической толщины и низкой целесообразности реализации подобного мероприятия [6].

Другим способом является *отражение тепловой энергии от внутренней поверхности баков-аккумуляторов*, для чего в заводских условиях наносится светоотражающее покрытие, имеющее низкие показатели теплоемкости и поглощающей способности. Довольно эффективный и более совершенный способ сохранения энергии, так как позволяет оставлять практически неизменной толщину стенок баков-аккумуляторов и сокращать тепловые потери, и, более того, используется в комплексе с тепловой изоляцией.

Еще одним методом является *применение системы баков-аккумуляторов или внедрение валентных емкостей*, позволяющих формировать режим цир-

---

куляции, при котором происходит расширение потенциала при непосредственном использовании тепловой энергии. Он не приводит к прямому сокращению тепловых потерь, но позволяет использовать большее количество тепловой энергии на нужды потребителя, даже без его участия, в случае подключения не только систем горячего водоснабжения.

Следующим способом сохранения энергии, обладающим наиболее высоким потенциалом, является *комбинирование с другими энергогенерирующими установками* для передачи им полезной тепловой энергии в случае прекращения отбора теплоты и накопления полного допустимого запаса аккумулирующей емкости или прекращения выработки тепловой энергии и начала процесса «остывания». Например, ССТ можно подключить к системе грунтового теплового насоса или биоэнергетической установке, а также термоэлектрическим системам для выработки электрической энергии и возможно последующего преобразования обратно в тепловую при необходимости. В таком случае основные тепловые потери сократятся путем естественного снижения объемов тепловой энергии в баке-аккумуляторе, однако увеличатся потери тепловой энергии на преобразование и транзитный расход. При этом потребитель также сможет полезно использовать накопленные днем излишки тепловой энергии.

Кроме того, предложенный способ с комбинированием установок позволяет избавиться от одной немаловажной и значимой проблемы в области солнечного теплоснабжения – процесса стагнации, формируемого в результате повышения температуры теплоносителя сверх критической, при высокой величине солнечного излучения и низкого объема бака-аккумулятора; распространено в теплое время года. Данный режим опасен тем, что приводит к разрушению элементов ССТ.

Еще одним способом сохранения тепловой энергии в ССТ является *внедрение в теплоизоляционную оболочку теплоаккумулирующей емкости вакуумных слоев*, обладающих минимальной теплопроводностью. Данный метод

---

в зависимости от величины вакуума позволяет снизить тепловые потери условно вплоть до почти полного их «устранения». Однако оговариваемый способ требует внедрения сложного в монтаже и эксплуатации оборудования – весьма опасного, значительно увеличивающего риски и образующего угрозу жизни и здоровью людей [7].

Универсальный способ, при котором тепловые потери будут нивелированы, полезное использование тепловой энергии будет близко к максимальному и основные цели в области солнечной энергетики будут достигнуты без формирования рисков и угрозы жизни и здоровью при эксплуатации ССТ, на данный момент не предложен [8]. Однако научный прогресс не стоит на месте и в скором времени он достигнет того уровня, когда процессы аккумуляции и сохранения тепловой энергии в ССТ достигнут наивысшего уровня эффективности.

Реализация данной концепции не только позволит повысить уровень комфорта и экономической выгоды при использовании ССТ, но и станет одним из возможных путей достижения основных установленных целей по предотвращению глобальных экологических катастроф и мирового энергетического кризиса [9, 10].

### Литература

1. Галкина Н.И., Скорик Т.А. Энергосбережение в системах климатизации // Ростов н/Д: ДГТУ, 2017. – 95 с.
2. Мархоцкий Я.Л. Основы экологии и энергосбережения // Минск: Вышэйшая шк. 2014. – 288 с.
3. Алдибеков И.Т. Возобновляемые источники энергии и энергосбережение: Учебно-метод. комплекс. – Алматы: АУЭС, 2016 — 106 с.
4. Даффи Дж. А., Бекман У.А. Основы солнечной теплоэнергетики. – Долгопрудный: Интеллект. – 2013. – 886 с.

5. Старовойтов С.В. Использование солнечной энергии в Ростовской области // Инженерный вестник Дона, 2016, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3782](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3782).

6. Григорьева, О.К., Францева А.А., Овчинников Ю.В. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. – Новосибирск: НГТУ, 2015. – 258 с.

7. Пирожникова А.П., Говорунов М.А. Композитная вакуумная оболочка теплоаккумуляционной емкости // Патент на полезную модель RU193768 U1 14.11.2019.

8. Tian H., Boschloo G., Hagfeldt A. (Eds.) Molecular Devices for Solar Energy Conversion and Storage. – Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2018. – p. 539.

9. Пирожникова А.П., Говорунов М.А., Сафорьян Л.Н. Солнечный коллектор с независимым контуром нагрева как инновационное направление развития гелиоустановок // Инженерный вестник Дона, 2019, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5538](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5538).

10. Global-Market-Outlook-2018-2022. // URL: [solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2018/09/Global-Market-Outlook-2018-2022.pdf](http://solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2018/09/Global-Market-Outlook-2018-2022.pdf).

### References

1. Galkina N.I., Skorik T.A. Energoberezhnie v sistemah klimatizacii [Energy saving in air-conditioning systems]. Rostov-na-Donu: DGTU, 2017. 95p.

2. Marhockij, YA.L. Osnovy ehkologii i ehnergoberezheniya [Fundamentals of ecology and energy saving]. Minsk: Vyshehshaya shk., 2014. 288 p.

3. Aldibekov I.T. Vozobnovlyaemye istochniki energii i energoberezhnie [Renewable energy sources and energy conservation]: Uchebno-metod. kompleks. Almaty: AUEHS, 2016. 106 p.

4. Daffi Dzh.A. Osnovy solnechnoj teploehnergetiki [Tekst] Dzh.A. Daffi, U.A. Bekman. Dolgoprudnyj: Intellect. 2013. 886 p.

5. Starovojtov S.V. Inzenernyj vestnik Dona, 2016, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3782](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3782).



6. Grigor'eva, O.K., Franceva A.A., Ovchinnikov YU.V. Energoberezhenie v teploenergetike i teplotekhnologiyah [Energy saving in heat power engineering and heat technologies]. Novosibirsk: NGTU, 2015. 258p.

7. Pirozhnikova A.P., Govorunov M.A., Kompozitnaya vakuumnaya obolochka teploakkumulyacionnoj emkosti. [Composite Vacuum Shell Heat Storage Tank]. Patent na poleznuyu model' RU193768 U1 14.11.2019.

8. Tian H., Boschloo G., Hagfeldt A. (Eds.) Molecular Devices for Solar Energy Conversion and Storage. Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2018. 539p.

9. Pirozhnikova A.P., Govorunov M.A., Safor'yan L.N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5538](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5538).

10. Global-Market-Outlook-2018-2022 URL: [solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2018/09/Global-Market-Outlook-2018-2022.pdf](http://solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2018/09/Global-Market-Outlook-2018-2022.pdf).