

УДК 620.92:662.997

## **Эколого – экономические аспекты управления ресурсосбережением на базе возобновимых источников энергии**

*Канд. техн. наук* **Дидиков А.Е.** didikov@yandex.ru

*Университет ИТМО*

*191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9*

*В настоящее время на территории РФ отсутствует устойчивый интерес к использованию альтернативных источников энергии и предпринимаются попытки обоснования нецелесообразности их применения. В данной работе приводятся данные по наличию устойчивых тенденций широкого распространения альтернативной энергетики в мире и характеризующие неуклонный интерес к данной теме в мировом масштабе.*

*В работе показана возможность применения солнечно – теплонасосных систем на предприятиях хлебопекарной отрасли РФ, приведены технические и экономические показатели проекта для системы нагрева воды и вентиляции производственных и вспомогательных помещений хлебозавода.*

**Ключевые слова:** экологические проблемы, хлебопекарная отрасль, солнечно – теплонасосные системы.

---

## **Ecological - economic aspects of management resource conservation on the basis of renewable energy**

*Ph.D.* **Didikov A.E.** didikov@yandex.ru

*University ITMO*

*191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9*

*Currently in Russia there is no strong interest in the use of alternative sources of energy and attempts to justify not appropriate for their application. In this paper we present data on the presence of stable tendencies widespread alternative energy in the world and is characterized by steady interest in this topic on a global scale.*

*The paper shows the possibility of using solar - heat pump systems for the baking industry enterprises of Russia, given the technical and economic indicators of the project for water heating and ventilation of production and support facilities of the bakery.*

**Keywords:** environmental problems, baking industry, solar - heat pump systems

---

Использование солнечных коллекторов совместно с тепловыми насосами в системах нагрева воды и кондиционирования воздуха на малых и средних пищевых производствах (установленная мощность не более 100 – 200 кВт), расположенных в зонах высокой солнечной активности, представляет значительный интерес, как с позиций улучшения экологического состояния предприятия, так в достижении относительной экономической независимости в вопросах использования энергоресурсов.

Отсутствие должного внимания в РФ к проблемам использования альтернативных источников энергии связано со многими факторами. Основной из них - это сырьевая доминанта экономики. Далее

следует неэффективная и не действенная из-за ее низкого стоимостного эквивалента, применяемая в настоящее время, количественная оценка расчета вреда, наносимого окружающей природной среде работой традиционных теплоэнергетических установок. Расчетные величины причиненного ущерба не соответствуют размеру платы, которую предприятия вносят за пользование природными ресурсами. Рассчитанная по действующим тарифам плата, составляет доли процента от стоимости наносимого окружающей среде вреда [10].

Следуя последним заявлениям Министерства природных ресурсов и экологии, ситуация должна коренным образом измениться с принятием закона, где размер платы за пользование природными ресурсами будет увеличен до размера вреда причиняемого окружающей среде.

При включении платы за ресурсы, рассчитанной по повышенным тарифам, в стоимость традиционных источников энергии, альтернативная энергетика, в частности, солнечные энергетические установки, тепловые насосы и другие устройства ВИЭ, окажутся в более выгодном положении по отношению к нынешней ситуации.[13,16,18].

Возможности альтернативных источников тепла могут быть распространены в различные отрасли промышленности, включая и пищевую [2,10]. На пищевых производствах их можно применить для получения тепла в системах нагрева воды, а также в отоплении и кондиционировании воздуха. В данной отрасли традиционно высок уровень потребления воды питьевого качества в основных и вспомогательных процессах. Вода используется как непосредственно при производстве пищевой продукции, так и при мойке и санитарной обработке помещений, оборудования, тары и инвентаря, хозяйственно – бытовых нужд, а также применяется для охлаждения и нагрева помещений. Например, при изготовлении хлебобулочных изделий расход питьевой воды колеблется от 4,3 до 6,5 м<sup>3</sup> воды на тонну продукции, в зависимости от типа производства, при производстве мясных и молочных продуктов от 15 до 20 м<sup>3</sup> [12]. Нагрев воды на пищевых предприятиях, как правило, осуществляется в электрических и газовых водонагревательных установках или котельных. Расчеты показывают, что в районах с высоким уровнем поступления солнечного излучения, традиционные устройства могут быть с успехом заменены на альтернативные источники энергии, к примеру, на солнечно - теплонасосные установки [16, 19, 20]. Примеры проектов солнечных водонагревательных установок, в районах с интенсивным солнечным излучением, представлены в работах [2, 3].

Экономические расчеты показали, что наиболее целесообразно применять солнечные установки южнее 45° с.ш. В этой зоне в течение года продолжительность солнечного сияния достигает 2200 - 3000 ч, а годовое поступление солнечной энергии на горизонтальную поверхность приближается к 1200 - 1700 кВт·ч/м<sup>2</sup>. По утверждению специалистов в районах с годовым поступлением солнечной радиации более 1200 кВт·ч/м<sup>2</sup> (в среднем по РФ годовое поступление составляет от 830 до 1100 кВт·ч/м<sup>2</sup> или от 3,5 - 6,6 кВт·ч/м<sup>2</sup> в день), можно обеспечить до 25% тепла в системах отопления, 50% в системах горячего водоснабжения и 75% в системах кондиционирования воздуха [9]. Перевод на солнечное теплоснабжение лишь 10% потребителей в сельских районах РФ южнее 50° с.ш. поможет сэкономить не менее 1,7 млн т.у.т. в год.

Для промышленных предприятий, решение вопроса о применении альтернативного источника энергии, прежде всего, зависит от сложности задачи, которая ставится в каждом конкретном случае. Это касается технических возможностей альтернативных источников энергии и устройств, повышающих эффективность их работы.

При использовании солнечных водонагревательных систем для получения низкопотенциального тепла (70-90°С), достаточно применить различные конструкции плоских солнечных коллекторов [10]. В случае необходимости преобразования тепловой энергии в другие виды (механическую, электрическую), температурный уровень плоских коллекторов может быть недостаточен и тогда

целесообразно обратиться к фокусирующим плоским коллекторам или к параболоцилиндрическим и параболоидным с концентраторами энергии [9,16]. При помощи данных устройств, с КПД = 43,5%, используя плотность потока солнечной радиации около  $1000 \text{ Вт/м}^2$ , можно получать пар степени сухости до 80% при давлении до 0,1 МПа. [1]

Для повышения эффективности работы солнечных коллекторов часто применяют отражатели из металлов с высокой отражательной способностью, а также линзы из стекла или пластмассы. Часто используются вакуумированные трубчатые коллекторы с тепловыми трубками в комплекте с отражателями, что позволяет увеличить в 1,5 - 2 раза получение тепловой энергии (при  $T = 94 - 140^\circ\text{C}$ ), по сравнению с обычными солнечными коллекторами. Недостаток данных коллекторов - поглощение только прямой составляющей солнечной радиации, в то время как на долю рассеянной составляющей может приходиться до 40% суммарной радиации солнца, что особенно характерно для северных широт РФ. Также при внедрении данных систем стоит обратить внимание на их высокую стоимость изготовления и эксплуатации за счет сложности конструкций, трудностей в изготовлении и использование дефицитных материалов. Основные конструктивные проблемы обычно связаны с надежностью эксплуатации уплотнений в соединениях поглощающих и отражающих элементов труб.

В случаях применения плоских солнечных коллекторов, имеющих несложные конструктивные особенности и простое техническое обслуживание, для повышения их производительности, используют устройства слежения за солнцем. Исходя из расчетных данных, доказано, что максимальная производительность коллектора обеспечивается в период с 12 до 13 часов, когда обеспечивается нормальное падение солнечных лучей на поглощающую поверхность. В остальное время, когда угол падения изменяется от  $0^\circ$  до  $90^\circ$ , производительность коллектора уменьшается. Для достижения максимальной производительности, угол установки коллектора должен соответствовать географической широте местности расположения солнечной установки. Для обеспечения ориентации солнечного коллектора на солнце, можно использовать конструкции на сильфонообразных опорах, которые могут быть заполнены жидкостями с низкой температурой кипения или ленточные поглощающие элементы, имеющие капиллярную структуру движущейся ленты [9]. Иногда используют механические или автоматические устройства, но они значительно повышает общую стоимость установки и часто неприемлемы по экономическим соображениям [20].

Проблема повышения эффективности солнечного коллектора может быть также решена при проектировании эластичных плоских коллекторов, где одна из боковых сторон жестко закрепляется, а остальные имеют степени свободы. В таком коллекторе при нагреве изменяется давление теплоносителя в каналах и изменению упругости эластичного материала, форма его относительно основания может измениться, тем самым осуществляя определенную ориентацию на солнце.

В последнее время проявляется устойчивый интерес к использованию принципа тепловой трубы в солнечных коллекторах. В данном устройстве, применяя в качестве теплоносителя низкокипящие жидкости, можно получить теплоту не только от использования солнечной радиации, но и из окружающей среды. При этом повышается коэффициент полезного действия за счет уменьшения тепловых потерь.

В системах тепло и хладоснабжения пищевых предприятий, использующих низкопотенциальное тепло в системах нагрева и кондиционирования, наряду с применением гелиосистем и устройств, повышающих их эффективность, возможно использование тепловых насосов - устройств, преобразующих низкопотенциальное тепло окружающей среды в тепло более высокого уровня [13].

Идея теплового насоса была предложена лордом Кельвином в 1852 году и нашла свое применение во второй половине XX века. Данное устройство позволяет не только использовать низкопотенциальное тепло грунта, воды, воздуха, но и превратить его в тепло более высокого уровня,

что сокращает затраты на нагрев здания или нагрев воды в 3 - 6 раз. Тепловой насос может работать как по абсорбционному принципу, так при помощи парокомпрессионной холодильной машины, которая преобразует энергию источника тепла, имеющего температуру от 0 - 25°C в энергию теплоносителя с температурой 50 - 90°C. Расход электроэнергии на привод компрессора в такой системе составляют не более 25 - 30% от общих расходов энергии на производство тепла. При работе установки можно извлечь из окружающей среды до 70 - 80% тепловой энергии. При этом можно компенсировать до 100% потребностей в тепле всей системы отопления и ГВС здания [7, 8].

Принцип работы парокомпрессионной установки следующий: низкотемпературный источник, в котором хладагент кипит при температуре от - 10 ...+5°C нагревает испаритель и охлаждает окружающую среду (грунт, воздух, воду), после чего тепло, переданное хладагенту, переносится классическим парокомпрессионным циклом к конденсатору, откуда поступает на более высоком уровне через теплообменник потребителю. Далее из конденсатора, сжиженный хладагент через редукционный клапан попадает в испаритель и цикл повторяется снова. В качестве хладагентов могут использоваться различные виды фреонов, не содержащие соединений хлора, что позволяет обеспечить сохранение озонового слоя Земли. К ним можно отнести фреоны марок: R407C, R125 и R134A [19, 20].

В абсорбционной установке осуществляется принцип с участием химического абсорбента (например водно - аммиачный раствор), циркуляция которого осуществляется при помощи насоса. В данной системе, отопительный коэффициент или коэффициент преобразования (отношение тепло или холодопроизводительности к мощности, потребляемой компрессором), может понизиться в 2,5 - 4 раза, по отношению к парокомпрессионной установке [16, 19, 20].

Исследовав теоретические и практические возможности использования альтернативных источников тепла на промышленных предприятиях различных отраслей промышленности, в данной работе рассматривалась экономическая и экологическая целесообразность применения тепловых насосов в комплексе с солнечными коллекторами в системах вентиляции и нагрева воды на пищевых предприятиях, в регионах с недостаточным централизованным энергообеспечением и высокой солнечной активностью.

Простейшая схема солнечно – теплонасосной системы, возможная к применению на предприятиях пищевой промышленности, может включать в себя плоский или вакуумированный трубчатый солнечный коллектор с отражателями и тепловыми трубками и абсорбционный тепловой насос.

Принцип работы такой системы выглядит следующим образом: насыщенный раствор (например, раствор аммиака в воде), попадая в теплообменник солнечного коллектора, нагревается, в процессе чего снижается растворимость газообразного вещества, которое выделяется в виде газа, а растворитель удаляется через дроссельный клапан в абсорбер. Полученный газообразный хладагент, находящийся под повышенным давлением, поступает в конденсатор, где охлаждается, отдавая тепло охлаждающей среде (вода, воздух), далее дросселируется в редукционном вентиле, тем самым вызывая резкое снижение температуры жидкости. Далее жидкий хладагент попадает в испаритель, где он поглощает тепло от низкотемпературного источника (грунт, воздух системы кондиционирования), при этом аммиак интенсивно испаряется. Затем пары аммиака соединяются с растворителем, путем поглощения слабым водным раствором аммиака в абсорбере. В процессе растворения выделяется тепло (экзотермический процесс) и часть тепла от абсорбера выделяется в окружающую среду. После завершения цикл повторяется снова. Жидкость, используемая в процессе практически несжимаема и работа, затрачиваемая на привод насоса невелика. В основном вся система работает за счет энергии, поглощенной в солнечном коллекторе, выполняющего функцию генератора хладагента. Важно отметить, что холодильный коэффициент в данной системе приближается к значению компрессионных

холодильных машин [19, 20]. Использование адсорбционных холодильных установок на пищевых предприятиях возможно по причине их простоты, надежности, эффективности, отсутствию движущихся частей.

В процессе работы солнечно – теплонасосной системы в зимнее время, в конденсаторе осуществляется нагрев воды для системы ГВС и нагрев воздуха для систем вентиляции, используя низкопотенциальную энергию грунта. В летнее время тепловой насос работает в режиме холодильной установки - охлаждает воздух для систем кондиционирования и осуществляет подогрев воды для систем ГВС. При недостаточной солнечной активности в зимнее время и пасмурные дни, для генерирования тепла в теплонасосной установке используется дополнительный дублирующий электрический источник.

По оценкам производителей [7] первоначальные затраты на организацию внешнего контура для теплового насоса мощностью 13 кВт составляют около 2,5 тыс. евро на прокладку грунтового коллектора или 10 тыс. евро на бурение скважины. В среднем стоимость насоса и монтажа системы составляет 300 -1200 евро/кВт необходимой мощности отопления. Для примера, можно привести данные по суточным затратам на обогрев и горячее водоснабжение хорошо теплоизолированного жилого дома площадью 150 м<sup>2</sup>, которые составляют 7,5 кВт. Для обеспечения такого дома тепловой энергией с использованием теплового насоса, необходим грунтовый зонд длиной около 110 м, или для прокладки горизонтального грунтового коллектора необходимо иметь незатененную площадь участка земли около 250 м<sup>2</sup>. Срок службы насоса, по утверждению производителей, составляет 20 - 25 лет. Расход электрической энергии для работы теплового насоса составляет 0,3 кВт на 1 кВт тепла.

Анализ экономических и экологических возможностей солнечных теплонасосных систем, используемых для различных систем нагрева, простота их конструктивного исполнения и эксплуатации, в сравнении с традиционными котельными, дает основание к применению таких проектов, в частности на хлебопекарных предприятиях.

Расчет экономической эффективности проекта проводился для предприятия мощностью 15 тонн хлебобулочных изделий в сутки, расположенного в южном регионе РФ. По справочным данным, отраслевой норматив расхода питьевой воды для предприятия мощностью до 30 т хлебобулочных изделий в сутки составляет 4,33 м<sup>3</sup> на одну тонну. Основное количество нагретой воды на хлебопекарном предприятии расходуется в моечных процессах и составляет около 20 м<sup>3</sup> в сутки, при температуре нагрева до 60 °С (СанПиН 2.3.4.545 -96) [12]. Используется вода в процессах мойки оборудования, тары и инвентаря, отоплении и кондиционировании помещений завода. Нагрев воды для моечных процессов в летний период, в солнечные дни, предлагается производить посредством солнечной водонагревательной системы. В зимнее время и в отсутствие солнца, подогрев ведется при помощи теплового насоса. Стоимость солнечной водонагревательной установки для хлебопекарного предприятия данной мощности приведена в работе [2]. Мощность, затрачиваемая на нагрев воды, составляет около 5,5 кВт в час.

Общий объем вентилируемых помещений предприятия составляет 7000м<sup>3</sup>. Средняя температура воздуха в помещениях и зонах работы персонала, принимается 18<sup>0</sup>С. Мощность, затрачиваемая на вентиляцию, охлаждение или зимний нагрев помещений, в среднем составляет 100 кВт в час.

Расход электрической энергии для работы теплового насоса на охлаждение помещений в летнее время, когда он работает совместно с солнечным коллектором, нагревающим воду, по предварительным расчетам составляет до 30 кВт в час. В зимнее время, потребляемая мощность может возрастать на 2 кВт в час, вследствие компенсации требуемых 5, 5 кВт в час на нагрев воды, во время отсутствия солнца.



С учетом рекомендаций производителей, первоначальные затраты на организацию внешнего контура для теплового насоса мощностью 30 кВт составят около 7,5 тыс. евро на прокладку грунтового коллектора или до 30 тыс. евро, в случае бурения скважины. В среднем стоимость насоса и монтажа системы для данного проекта составляет из расчета 300 - 1200 евро/кВт необходимой мощности отопления около 120 тыс. евро [7]. Суммарные инвестиции в данный проект состоят из стоимости системы солнечного нагрева воды, которая составляет по предварительным подсчетам около 1,5 млн. руб. и расходов на приобретение и монтаж теплонасосной системы, которые составляют около 6 млн. рублей. Руководствуясь данными по стоимости электрической энергии для юридических лиц в Краснодарском крае, из расчета 2,05 руб/кВт·ч, солнечно – теплонасосная установка может окупиться приблизительно через 4 года эксплуатации.

В связи с отсутствием устойчивого интереса к использованию альтернативных источников тепла на территории РФ и обосновании нецелесообразности их использования и широкого применения в настоящее время, можно привести некоторые данные, характеризующие неуклонный интерес к данной теме в мировом масштабе.

В данный момент на планете эксплуатируется около 50 - 60 млн м<sup>2</sup> площади солнечных водонагревательных установок. Основными производителями солнечных коллекторов являются США, страны ЕС, Япония, Китай, Турция [9]. В США производство такого вида оборудования выросло с конца прошлого века в сотни раз с 0,01 млн.м<sup>2</sup> в 1974 году, до 1,11 млн.м<sup>2</sup> в 1984 году и достигло 10 млн.м<sup>2</sup> в 1990 году. Особенно активно это направление развивалось во время действия закона о 40% льготной ставки на бытовую электроэнергию для потребителей, использующих солнечную энергию, и 15% налоговую скидку для производителей солнечных коллекторов. В 1985 году, когда льготы были отменены, производство солнечных коллекторов в США снизилось почти в четыре раза, но к 1987 году снижение замедлилось [1]. В настоящее время в США более 60% частных и общественных плавательных бассейнов обогреваются за счет использования простейших, без остекления и изоляции, пластиковых солнечных коллекторов.

В Европейском Союзе уделяется огромное внимание вопросам энергетической безопасности. Для этих целей на Севере Европы планируется создание Единой альтернативной энергетической системы (ЕАЭС), которая свяжет уже существующие мощности альтернативных источников энергии 9 европейских государств [20]. В Германии, в последние годы, принята новая энергетическая программа «сто тысяч солнечных крыш», являющаяся составной частью объединенной правительственной климатической энергетической программы. С начала 2009 года, в Германии, вступил в силу «Закон о приоритетном использовании возобновляемых источников энергии» (ЕЕГ). Согласно этому закону, все вновь построенные объекты – частные, муниципальные, жилые и промышленные, маленькие и большие – обязательно должны частично покрывать свое энергопотребление из альтернативных источников энергии. Согласно новому закону, получать энергию для потребления, необходимо из следующих источников:

- 1 категория: солнечная энергия (минимум 15% от общего требуемого объема энергии);
- 2 категория: биогаз (минимум 30% от общего требуемого объема энергии);
- 3 категория: геотермальная энергия, энергия воды и воздуха, твердое и жидкое биотопливо (минимум 50% от общего требуемого объема энергии).

Источники альтернативной энергии можно выбрать один или несколько, можно производить энергию, как собственными силами, так и использовать из источников, где она произведена или поставляется централизованно.

Например, для обеспечения выполнения требований закона, при наличии возможности использования только солнечной энергии, достаточно оснастить коллекторами 0,004 м<sup>2</sup> крыши из

расчета на 1 м<sup>2</sup> площади одно - двух квартирного дома или приобрести 4 м<sup>2</sup> площади солнечного коллектора на отдельный дом общей площадью 100м<sup>2</sup>.

В мире, в настоящее время, насчитывается более 10 млн. тепловых насосов различной мощности. В Швеции, стране находящейся значительно севернее Краснодарского края РФ, в Стокгольме, эксплуатируется тепловая насосная станция мощностью 320 мВт. Данная станция обеспечивает тепло не отдельное предприятие, а целый город, используя тепло морской воды с температурой 4°С. По опубликованным данным, мощность тепловых насосов в Европе составляла 4531 мВт. В мире, на таких установках была получена энергия эквивалентная 1,81 млрд. м<sup>3</sup> природного газа. В США, в настоящее время, федеральными законами предписано в обязательном порядке проектировать общественные здания с оснащением их геотермальными тепловыми насосами. В Швеции 50% всего отопления страны обеспечивается за счет геотермальных установок с тепловыми насосами. По прогнозам Мирового энергетического комитета доля тепловых насосов в общем энергетическом балансе к 2020 году составит 75% [5, 13]. Стоимость тепловых насосов в настоящее время неуклонно снижается и в некоторых случаях составляет 3 - 6 тыс. руб за 1 кВт вырабатываемой тепловой мощности, при этом применение тепловых насосов уже становится в 1,2 - 1,5 раза выгоднее самых эффективных газовых котельных.

### Список литературы

1. Аналитический обзор. Промышленность отопительного и санитарно - технического оборудования. // Солнечное теплоснабжение. Исследования ЭНИН им. Г.М.Кржижановского. — М. : Изд-во ЭНИН. 1991. Выпуск № 1. 75 с.
2. Дидиков А.Е. Использование солнечной энергии в системах нагрева воды на пищевых предприятиях // V Междун. научн.техн. конф. «Низкотемпературные технологии в XXI веке. Спб.: СпбГУНиПТ. 2009. 150 с.
3. Бутузов В.А. Анализ энергетических и экономических показателей гелиоустановок горячего водоснабжения. — Промышленная энергетика. 2001. №5. С 54 61.
4. Милова Л. Тепловые насосы для водяных систем отопления и горячего водоснабжения. // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2009. №4. С 50– 58.
5. Алхасов А.Б. Возобновляемые источники энергии // Учебн. пособ. М.: Издат. дом МЭИ. 2011. 272 с.
6. Попель О.С. Условия эффективного использования и примеры работы тепловых насосов. — Сантехника, отопление, кондиционирование. 2004. №2.
7. Попов А.В. Новейшие возможности использования тепловых насосов. — Промышленная энергетика. — 2010. — №4. — С 46 — 50.
8. Щукина Т.В. Солнечное теплоснабжение зданий и сооружений. — Воронеж. — 2007. — 121с.
9. Дидиков А.Е. К вопросу использования альтернативных источников солнечной энергии в системах теплоснабжения промышленных и бытовых потребителей // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2012. №2.
10. Дидиков А.Е. Пути решения проблемы рационального использования воды в процессах мойки в хлебопекарном и кондитерском производствах. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2013. №2.
11. Горнов В. Российский рынок тепловых насосов.— Империя холода. — 2012. — №10. — С 36 – 37.
12. World map of the solar thermal industry: big business with the sun. — SUN, WIND, ENERGY. — 2007. — №4.

13. Бондарь Е.С. Тепловые насосы. Расчет, выбор, монтаж. — Сантехника, отопление, кондиционирование. — 2009.— №8. — С. 74 — 81.
14. Р.А. Амерханов, В.А. Бутузov, К.А. Гарькавый. Вопросы теории и инновационных решений при использовании гелиоэнергетических систем. — М.: Энергоатомиздат. — 2009. — 504 с.
15. В.В.Елистратов. Солнечные энергоустановки. Оценка поступления солнечного излучения // учеб. пособие. — Спб.: Изд – во Политехн.ун – та. — 2012. — 164 с.
16. В.И Виссарионов. Методы расчета ресурсов возобновляемых источников энергии // Учебн. пособие. — М.: Издат.дом МЭИ. — 2009. — 144 с.
17. Р.А. Амерханов. Тепловые насосы. — М.: Энергоатомиздат. — 2005. — 160 с.
18. Н.Н .Баранов. Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии // учеб.пособ для вузов. — М.: Издат.дом МЭИ. — 2012. — 384 с.

### References

1. Analytical Review. Industrial heating and sanitary — technical equipment. // Solar heating. Studies ENIN them. Krzhizhanovsky. — Moscow: Publishing House of ENIN. — 1991. — Issue № 1. — P 75.
2. Didikov A.E. The use of solar energy water heating system on food enterprises. V Internat. nauchn. tehn. Conf. "Low-temperature technology in the twenty-first century. Spb .: SpbGUNIPT. 2009. 150 p.
3. Butuzov V.A. Analysis of energy and economic performance solar power hot water. - Industrial Energy. — 2001. — №5. — P 54 — 61.
4. Milova L. Heat pumps for water heating and hot water. — Plumbing, heating, air conditioning. — 2009. — №4. — P 50 — 58.
5. Alkhasov A.B. Renewable energy sources // Educational. benefits. — М.: Izdat. MEI house. — 2011. — 272 p.
6. Popel O.S. Terms efficient use and examples of work heat pumps. — Plumbing, heating, air conditioning. — 2004. — №2.
7. AV Popov The latest possibility of using heat pumps. // Industrial Energy. 2010. №4. P 46 — 50.
8. Shchukina T.V. Solar heating of buildings. - Voronezh. 2007. 121p.
9. Didikov A.E. On the question of the use of alternative sources of solar energy in the heating systems of industrial and domestic consumers. // *Scientific Journal ITMO. Series: Economics and Environmental Management*. 2012. №2.
- 10 Didikov A.E. Solutions to the problem of rational use of water in the cleaning process in the bakery and confectionery industries. // *Scientific Journal ITMO. Series: Economics and Environmental Management*. 2013. №2.
11. Furnace B. The Russian market of thermal nasosov. — Empire cold. 2012. №10. P 36 - 37.
12. World map of the solar thermal industry: big business with the sun. SUN, WIND, ENERGY. 2007. №4.
13. Cooper ES Heat pumps. Calculation, selection, installation. — Plumbing, heating, air conditioning. — 2009. — №8. — P 74 - 81.
14. R.A.Amerhanov, V.A.Butuzov, KA Garkavy. Theory and innovative solutions using solar energy systems. — М .: Energoatomizdat. — 2009. — 504 p.
15. V.V.Elistratov. Solar power plant. Estimation of solar radiation receipt // Proc. allowance. — SPb .: Publishing — in Politehn.un — that. 2012. 164 p.
16. VI Vissarionov. Methods for calculating the renewable energy resources // Training. allowance. — М .: Izdat.dom MEI. — 2009. — 144 p.
17. RA Amerkhanov. Heat pumps. - М .: Energoatomizdat. — 2005. — 160 p.
18. N.N.Baranov. Unconventional sources and methods of energy conversion // Textbooks for higher education. — М .: Izdat.dom MEI. 2012. 384 p.