



УДК. 621.311.26:620.91:621.472

ВНЕДРЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В НЕФТЕГАЗОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ЮЖНЫХ РЕГИОНОВ



THE INTRODUCTION OF SOLAR ENERGY IN THE OIL AND GAS COMPLEXES OF THE SOUTHERN REGIONS

Руденко Александра Михайловна

студент,
Астраханский государственный
технический университет

Габитов Рамиль Гамирович

магистрант,
Астраханский государственный
технический университет

Саинова Виктория Николоевна

кандидат технических наук, доцент,
заведующая кафедрой безопасность жизнедеятельности
и инженерная экология (ИЭБ),
Астраханский государственный
технический университет

Шипулина Юлия Викторовна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры безопасность жизнедеятельности
и инженерная экология (ИЭБ),
Астраханский государственный
технический университет

Руденко Михаил Федорович

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры (ИЭБ),
Астраханский государственный
технический университет
mf.rudenko@mail.ru

Аннотация. В данной работе рассматриваются вопросы по созданию и внедрению компактных и мобильных энергетических установок, работающих от солнечной энергии для снабжения электроэнергией, теплотой и холодом вахтовых поселков нефтяников и газовиков. Полученные результаты можно использовать в системах электропитания компьютеров, светильников, бытовой электроаппаратуры; отопления и получения горячей технической воды; кондиционирования помещений, хранения продуктов и медикаментов, получения пищевого льда и холодной воды.

Отдельные элементы установок могут применяться для нагрева и выпаривания в технологиях первичной и вторичной переработки и транспортировке углеводородного сырья.

Подробно рассматриваются новые элементы по развитию водонагревательных коллекторов, плоских концентраторов солнечной энергии и сорбционных гелиоэнергетических термотрансформаторов.

Ключевые слова: солнечные коллекторы, концентраторы энергии, водонагревательные установки, гелиоэнергетические термотрансформаторы.

Rudenko Alexandra Michailovna

Student,
Astrakhan state technical university

Gabitov Ramil Gamirovich

Undergraduate,
Astrakhan state technical university

Sainova Victoria Nickolaevna

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Head of the Department of Life Safety
and environmental engineering,
Astrakhan state technical university

Shipulina Yulia Victorovna

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
of the Department of Life Safety
and environmental engineering,
Astrakhan state technical university

Rudenko Michail Ferdorovich

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Professor of the department of Life Safety
and environmental engineering,
Astrakhan state technical university
mf.rudenko@mail.ru

Annotation. The problems of creating and implementing compact and mobile power plants powered by solar energy to supply electricity, heat and cold to shift camps of oil and gas workers are considered. The results can be used in power systems for computers, lighting fixtures, household electrical equipment; heating and hot technical water; air conditioning, storage of food and medicine, food ice and cold water.

Some elements of the plants can be used for heating and evaporation in the technologies of primary and secondary processing and transportation of hydrocarbon raw materials.

New elements for the development of water heating collectors, flat solar energy concentrators and sorption solar energy thermotransformers are considered in detail.

Keywords: solar collectors, energy concentrators, water heating plants, solar energy thermotransformers.



Широкое применение в регионах со специфическим климатом (большое количество солнечных дней, длительное солнцестояние, сухая теплая погода) могут найти применение компактные автономные установки, стационарные неподвижные масштабные системы, стационарные следящими за Солнцем подвижные комплексы, работающие от энергии солнечной радиации. Такими регионами в европейской части Российской Федерации являются Крым, Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская, Астраханская, Волгоградская области, Кавказский регион, Дагестан и Калмыкия.

Многие научные центры в России и за рубежом, ведут работы в направлении применения и использования энергии солнечной радиации в полезную для человека работу. Такой работой может быть теплота, электроэнергия, холод, механическое движение, химические преобразования, фотосинтез и другое [1].

В Астраханском регионе на открытом полигоне Астраханского государственного технического университета многие годы ведутся исследования по преобразованию солнечной энергии в тепловую энергию, электричество и энергию холода и получения полезной работы в виде отопления помещений, создания солнечных печей, снабжения горячей и холодной водой, питания электроприборов бытового и производственного назначения, получения пищевого льда, замораживания и хранения пищевой продукции и медикаментов, кондиционирования воздуха.

Группой исследователей разработаны солнечные водонагревательные установки на основе применения типовых коллекторов. В конструкциях коллекторов типа «горячий ящик» площадью 1 м² солнечная энергия преобразуется в тепловую энергию высокого потенциала. Особенностью конструкции такого коллектора является применение плоских зеркальных концентраторов фокусирующих солнечную энергию на поглощающую трубчатую поверхность, покрытие трубок коллектора специальным селективным веществом, позволяющим максимально поглощать энергию солнечной радиации в широком диапазоне; применение новых теплоизолирующих материалов; использование коридорной схемы компоновки трубок со смещенным протоком теплоносителя. Такие коллекторы могут работать при высоких (до 2,8 МПа) и низких (до 600 Па) давлениях в системе, у них компактные габариты и низкие весовые характеристики, что позволяет их легко перевозить и монтировать в любых пунктах назначения. На рисунке 1 показан солнечный коллектор, имеющий трубчатые вертикальные каналы, снаружи покрытые селективным веществом. Из них можно монтировать водонагревательные установки. КПД преобразования энергии тепловой радиации в тепловую энергию на теплоносителе вода достигает 0,25–0,30.



Рисунок 1 – Солнечный коллектор для водонагревательных установок

Разработано несколько видов селективных экологически чистых покрытий антикоррозионных, хорошо поглощающих солнечную энергию на оцинкованной и черной поверхностях, стали и алюминия [2–3].

Новые коллекторные устройства могут найти применение в солнечных водонагревательных устройствах для получения технической горячей воды, идущей на водоснабжение душевых кабин, пунктов питания и обогрева, сушилок, опреснителей соленой воды и т.п.

Для климатических условий Астраханского региона на основе типовых коллекторов разработаны одноконтурные установки производительностью 100 л, 200 л и более литров горячей воды в сутки, с тепловыми аккумуляторами на основе жидкостных и материалов фазового перехода с эсплюзивами различной конфигурации. Такие аппараты имеют повышенную эффективность работы и лучшие



теплофизические свойства теплоаккумулирующих материалов. Разработаны программы математического моделирования тепловых нагрузок на водонагревательные устройства различной мощности, с целью расчета полезных нагрузок.

Проведены исследования плоских зеркальных концентраторов солнечных лучей, которые могут значительно увеличить световую и тепловую энергию солнца на поверхности различной конфигурации [4].

Используя теоретические основы плоских зеркал [5], авторами разработано комбинированное устройство, способное осуществить концентрацию солнечных лучей до 9 раз. Расчеты проводились на основании следующих предположений исходя из анализа одно- и двукратного отражения солнечного луча от зеркальных поверхностей: угол падения луча равен углу отражения, вся энергия луча отражается от зеркала, и вся энергия луча поглощается принимающей поверхностью.

Изготовление фотоэлектрической батареи треугольной конструкции, состоящей из плоских квадратных элементов, позволяет значительно улучшить вольтамперные характеристики такой батареи, а если через среднюю часть конструкции охлаждать жидким теплоносителем, например водой, то можно и значительно подогреть ее.

Рассматривались также и другие конструкции плоских зеркальных концентраторов солнечной энергии на круглые, квадратные, равносторонние и равнобедренные треугольные поверхности.

На основании составленных аналитических выражений, связывающих фиктивные углы раскрытия зеркал с параметрами отражающих и поглощающих поверхностей, и анализа этих математических зависимостей при различных углах склонения солнца, позволили оптимизировать геометрические компоновку таких концентрических устройств в целом с точки зрения оптических и теплоэнергетических закономерностей. Экспериментальные исследования на различных гелиоэнергетических устройствах доказали, эффективность использования концентраторов, которые позволяют увеличить коэффициент полезного действия энергетических устройств на 15–20 %.

Разработаны программы для проектирования устройств с концентраторами солнечной энергии при комбинированном получении теплоты и электроэнергии.

Представляет особый интерес внедрение охлаждающих систем и установок, работающих от солнечной энергии. Это, прежде всего термотрансформаторы: автономные холодильные машины и тепловые насосы абсорбционного и адсорбционного типов непрерывного и циклического действия для хранения, охлаждения, замораживания пищевых продуктов; комфортного и технологического кондиционирования воздуха; выработки льда; аккумуляирования холода.

Группой исследователей разработаны гелиоэнергетические установки, способные в условиях Астраханского климата в теплое время года создавать эффект охлаждения и понижать температуру в изолированной камере до минус 10 °С [6].



Рисунок 2 – Гелиоэнергетический холодильник автономного действия, работающий от энергии солнечной радиации



На рисунке 2 представлена автономная гелиоэнергетическая холодильная установка циклического действия, выполненная на основе термотрансформатора абсорбционного типа, предназначенная для охлаждения и хранения медикаментов, замораживания и производства пищевого льда от энергии солнечной радиации. Рабочим веществом в установке являются щелочноземельные соли (например, хлорид кальция CaCl_2 с примесью графитовых компонентов и активированного угля) и аммиак. Охлаждающей камерой является модернизированная камера от холодильника «Морозко», конденсатор водяной, генератор-абсорбер выполнен трехтрубным в гелиоприемном устройстве типа «горячий ящик».

При изготовлении такой холодильной установки были использованы новые технические решения по патентам [7, 8]. Гелиоприемное устройство площадью $1,2 \text{ м}^2$ Охлаждающая камера емкостью 1 м^3 , в которой поддерживается температура воздуха от минус $10 \text{ }^\circ\text{C}$ до плюс $2 \text{ }^\circ\text{C}$. Возможно, в таких холодильниках использовать в качестве рабочей пары, активный уголь – метиламин. Принцип работы такого гелиоэнергетического термотрансформатора основан на использовании энергии солнечной радиации днем и суточном перепаде температуры окружающей среды. Днем установка заряжается от энергии солнца, а ночью производит эффект охлаждения. Во время зарядки эффект охлаждения в изолированной камере снижается, но пониженная температура сохраняется.

Мощность солнечных установок зависит от площади гелиоприемных устройств, ориентированных на юг под оптимальным углом наклона к горизонту солнцеприемной поверхностью.

В настоящее время ведутся дальнейшие работы по совершенствованию разработанных установок с целью внедрения их в производство.

Перспективной работой в области совершенствования гелиоэнергетических холодильных установок на основе адсорбционных термотрансформаторов является использование новых рабочих пар (силикагель, цеолит – вода), совершенствование конструкций гелиоприемных устройств генератора-адсорбера, интенсификация тепло-массообменных процессов в аппаратах конструкции холодильников и кондиционеров, разработка новых инновационных схемных решений [9].

Новые разработки могут применяться для нагрева сырой высоковязкой нефти солнечной энергией при транспортировке ее в магистральных трубопроводах, при создании автономных электрокатодных устройств для снижения коррозии труб, для автономного энергоснабжения следящих систем охраны и объектовых центров компьютерной обработки информации.

Таким образом, внедрение солнцеексплуатирующей энергетики в нефтегазовые комплексы южных регионов, могут автоматизировать некоторые вспомогательные службы по управлению, анализу и эксплуатации технологических процессов, улучшить условия проживания в вахтовых поселках.

Литература

1. Руденко М.Ф. Концепция развития экологически безопасной гелиоэнергетической техники для производства тепла и холода // Безопасность жизнедеятельности. – 2009. – № 10. – С. 46–50.
2. Электролит для черного окисления стали : патент 2287613 РФ № 2005103442/02 / Е.Е. Кравцов, М.Ф. Руденко, М.И. Сурков, О.И. Гомоненко, К.С. Балахонова, С.П. Скрипниченко, В.И. Кириченко, М.И. Шенбор, Т.А. Янченкова; заявл. 20.07.2006. – Оpubл. 20.11.2006. – Бюл. № 32. – 3 с.
3. Электролит для осаждения черных антикоррозионных оксидных покрытий на сталь : патент 2365676 РФ № 2008130824/02 / К.А. Долецкая, Е.Е. Кравцов, А.С. Горская, Г.Ф. Мифтахова, М.Ф. Руденко, М.И. Сурков, В.И. Кириченко, М.И. Шенбор, Н.П. Огородникова, Т.С. Кондратенко; заявл. 25.07.2008. – Оpubл. 27.08.2009. – Бюл. № 24. – 4 с.
4. Руденко М.Ф., Давыденко А.И. Фотоконцентраторы для морских и береговых энергетических комплексов // Вестник АГТУ. Серия: Морская техника и технология. – 2017. – № 1. – С. 89–96.
5. Руденко М.Ф. Эффективность гелиоприемных устройств с концентраторами для систем тепло- и хладо-снабжения. – Саратов : Лаборатория нетрадиционной энергетики ОЭП СНЦ РАН (при АГТУ), 2001. – 64 с.
6. Каримов М.Ш., Руденко М.Ф., Шипулина Ю.В. Повышение эффективности гелиоэнергетического адсорбционного термотрансформатора // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2016. – № 3. – С. 31–35.
7. Реактор генератора-абсорбера гелиохолодильной установки (варианты) : патент 2263859 РФ № 2003106499/06 / М.Ф. Руденко, А.К. Ильин, Ю.В. Коноплева, Р.А. Ильин, Е.Ю. Заикин; заявл. 07.03.2003. – Оpubл. 10.11.2005. – Бюл. № 31. – 4 с.
8. Гелиоэнергетический холодильник: патент 2315923 РФ № 2006127336/06 / М.Ф. Руденко, Н.К. Надиров, Ю.В. Чивиленко, В.И. Черкасов, А.Е. Антипов, А.А. Марков; заявл. 27.07.2007. – Оpubл. 27.01.2008. – Бюл. № 3. – 4 с.
9. Руденко М.Ф., Шипулина Ю.В., Каримов М.Ш., Руденко А.М. Повышение эффективности работы гелиоэнергетических холодильных установок адсорбционного типа // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2019. – № 46 (4). – С. 32–41. – DOI: 10.21822/2073-6185-2019-46-4-32-41

References

1. Rudenko, M.F. Concept of an ecologically safe helioenergetic technique development for the heat and cold production // Life safety. – 2009. – № 10. – P. 46–50.
2. Electrolyte for the black steel oxidation : patent 2287613 RF № 2005103442/02 / E.E. Kravtsov, M.F. Rudenko, M.I. Surkov, O.I. Gomonenko, K.S. Balakhonova, S.P. Skripnichenko, V.I. Kirichenko, M.I. Shenbor, T.A. Yanchenkova; declared. 20.07.2006. – Oblast. 20.11.2006. – Bul. № 32. – 3 p.



3. Electrolyte for the black anticorrosive oxide coating deposition on the steel : RF patent 2365676 № 2008130824/02 / K.A. Doletskaya, E.E. Kravtsov, A.S. Gorskaya, G.F. Miftakhova, M.F. Rudenko, M.I. Surkov, V.I. Kirichenko, M.I. Shenbor, N.P. Ogorodnikova, T.S. Kondratenko; declared 20.07.2006. 25.07.2008. – Obl. 27.08.2009. – Bul. № 24. – 4 p.
4. Rudenko, M.F.; Davydenko, A.I. Photoconcentrators for the sea and coast energy complexes // MPEI Vestnik. Series: Marine engineering and technology. – 2017. – № 1. – P. 89–96.
5. Rudenko M.F. Efficiency of the heliopiestic devices with concentrators for the heat- and cooling-supply systems. – Saratov : Laboratory of non-traditional power engineering of OEP SNC RAS (at AGTU), 2001. – 64 p.
6. Karimov M.S., Rudenko M.F., Shipulina Yu.V. Increase of efficiency of the geoenergetic adsorption thermal converter // Chemical and oil-and-gas machine building. – 2016. – № 3. – P. 31–35.
7. Generator-absorber reactor of a heliocooling plant (variants) : RF patent 2263859 No. 2003106499/06 / M.F. Rudenko, A.K. Ilyin, Yu.V. Konopleva, R.A. Ilyin, E.Yu. Zaikin; declared. 07.03.2003. – Obl. 10.11.2005. – Bulletin № 31. – 4 p.
8. Helioenergetic refrigerator: patent 2315923 RF № 2006127336/06 / M.F. Rudenko, N.K. Nadi-rov, Yu.V. Chivilenko, V.I. Cherkasov, A.E. Antipov, A.A. Markov; declared. 27.07.2007. – Obl. 27.01.2008. – Bul. № 3. – 4 p.
9. Rudenko M.F., Shipulina Yu.V., Karimov M.S., Rudenko A.M. Operating efficiency increase of the helio-energetic adsorption type refrigerating units // Bulletin of Dagestan State Technical University. Technical sciences. – 2019. – № 46 (4). – P. 32–41. – DOI: 10.21822/2073-6185-2019-46-4-32-41