

DOI 10.23859/1994-0637-2018-1-82-3
УДК 631.371

© Кангаш А.И., Наумов Н.Р., Марьяндышев П.А., Любов В.К., 2018

Кангаш Алексей Игоревич

Магистр Высшей школы энергетики, нефти и газа, Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова (Архангельск, Россия)
E-mail: kangash95@gmail.com

Kangash Aleksey Igorevich

Master student of the Higher School of Energy, Oil and Gas, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)
E-mail: kangash95@gmail.com

Наумов Никита Радиевич

Магистр Высшей школы энергетики, нефти и газа, Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова (Архангельск, Россия)
E-mail: 11naumov11@mail.ru

Naumov Nikita Radievich

Master student of the Higher School of Energy, Oil and Gas, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)
E-mail: 11naumov11@mail.ru

Марьяндышев Павел Андреевич

Кандидат технических наук, директор Высшей школы энергетики, нефти и газа, Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова (Архангельск, Россия)
E-mail: p.marjandishev@narfu.ru

Maryandyshev Pavel Andreevich

PhD in Technical Sciences, Director of the Higher School of Energy, Oil and Gas, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)
E-mail: p.marjandishev@narfu.ru

Любов Виктор Константинович

Доктор технических наук, профессор, Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова (Архангельск, Россия)
E-mail: vk.lubov@mail.ru

Lyubov Victor Konstantinovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)
E-mail: vk.lubov@mail.ru

**ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ
ОСТРОВНЫХ ТЕРРИТОРИЙ
АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ
НА ПРИМЕРЕ ПОСЕЛКА
СОЛОВЕЦКИЙ**

**ENERGY SUPPLY OF ISLANDS
LOCATED IN THE RUSSIAN
FEDERATION ARCTIC ZONE ON
THE EXAMPLE OF THE
SOLOVETSKY SETTLEMENT**

Аннотация. В настоящее время островные территории, находящиеся в удалении от материка, часто зависят от завоза ископаемых топлив, которые обычно являются дорогостоящими из-за значительных транспортных затрат. В данной работе выполнен анализ действующей системы энергообеспечения Соловецких островов, определены нагрузочные характеристики электрической и тепловой энергии в течение года, на основании которых рассчитаны выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от дизель-генераторных установок и водогрейных

Abstract. At present, there are a number of problems related to the energy supply of the island territories. Islands far from the mainland often depend on the import of fossil fuels, which are usually costly due to transportation costs. Another problem is the climate conditions, which also complicates the delivery of fuel. Therefore, the proposed research concentrate on developing the construction of efficient, reliable and available energy supply systems of island territories. Remote islands often provide ideal feasibility study conditions for building self-sufficient energy systems, be-

котлов. Сложные климатические условия значительно увеличивают нагрузку на энергоисточники в зимний период, однако коэффициент использования установленной мощности составляет при этом 0,31; снижаясь в летний период до 0,155; что свидетельствует о невысокой загрузке имеющихся дизель-генераторных установок.

cause of lower population density, fewer energy consuming. In this paper, the current energy supply system of the Solovetsky Islands is analyzed, the load characteristics of electric and heat energy are determined during the year, on the basis of which the emissions of pollutants into the atmosphere from diesel generator sets and hot water boilers are calculated.

Ключевые слова: водогрейный котел, дизель-генераторная установка, выбросы оксидов азота, серы и углерода, утилизация тепла дымовых газов

Keywords: water boiler, diesel generator set, emissions of nitrogen, sulfur and carbon oxides, utilization of flue gas heat

Введение

Необходимость уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу заставляет обратить внимание на текущую ситуацию в мировой энергетической системе. Переход от ископаемых топлив к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) является ключевой стратегией, направленной на сохранение климата, защиту окружающей среды, а также на решение проблем с энергообеспечением. Озабоченность тем, что производство энергии от возобновляемых источников непостоянно и недостаточно удовлетворяет потребности в энергии, не позволила многим странам широко интегрировать ВИЭ в национальные энергетические системы. Однако удаленные острова часто обеспечивают идеальные условия для технико-экономического обоснования и создания независимых энергетических систем, основанных на использовании альтернативных источников энергии из-за более низкой плотности населения, меньшего количества потребляемой энергии и обширных земельных или прибрежных районов, недостаточно вовлеченных в экономическую деятельность, которые дают возможность использования альтернативных источников энергии [2].

В мире насчитывается более 50 000 островов, на которые приходится 17 % общей площади суши [3]. В настоящее время существует ряд проблем, связанных с энергообеспечением островных территорий. Острова, находящиеся в удалении от материка, часто зависят от завоза ископаемых топлив, которые обычно являются дорогостоящими из-за транспортных издержек. Еще одной проблемой являются климатические условия, которые также усложняют доставку топлива. Поэтому строительство эффективных, надежных и доступных систем энергоснабжения является приоритетным направлением развития островных территорий в будущем.

Опубликованные работы по энергообеспечению островных территорий в основном описывают систему электроснабжения территорий, находящихся в южных районах, где отопительная нагрузка либо отсутствует, либо имеет небольшие значения.

Мальдивские острова для энергообеспечения используют дизельные электростанции, топливо для которых доставляют с материка. Согласно [4], потенциал солнечной, ветровой и энергии биомассы Мальдивских островов составляет $9,51 \times 10^8$ МВт в год, что намного больше, чем их годовое потребление энергии.

В работе [2] проведено комплексное исследование для острова Ван-Ай, расположенного к западу от острова Тайвань, включающее в себя расчет энергии, которая может быть получена за счет ветра, солнца, волн и биомассы, а также предложено решение проблемы непостоянства выработки энергии.

Канарские острова также сильно зависят от экспорта нефтепродуктов, за счет которых вырабатывается до 99 % потребляемой энергии. В работе [5] предложена мо-

дель, благодаря которой Канарские острова к 2050 г. полностью перейдут на систему энергообеспечения, базирующуюся только на альтернативных источниках энергии.

В России также существуют удаленные территории, которые зависят от поставок топлива с материка. Примером являются Соловецкие острова, находящиеся в Арктической зоне Российской Федерации, где отопительная нагрузка имеет большое значение в виду суровых климатических условий. Это группа островов, находящаяся в северной части Онежского залива Белого моря. На одном из островов архипелага находится поселок Соловецкий, население которого составляет 898 человек. Производство тепловой и электрической энергии обеспечивается двумя дизельными электростанциями (ТЭС и ДЭС), оснащенными дизель-генераторными установками и водогрейными котлами. Основным видом топлива является дизельное топливо, а также отработанное дизельное масло. Дизельное топливо завозится на архипелаг два раза в год во время летней и осенней морской навигации.

Целью данной работы является анализ действующей системы энергообеспечения Соловецких островов с определением нагрузок на производство электрической и тепловой энергии, расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от дизель-генераторных установок и водогрейных котлов.

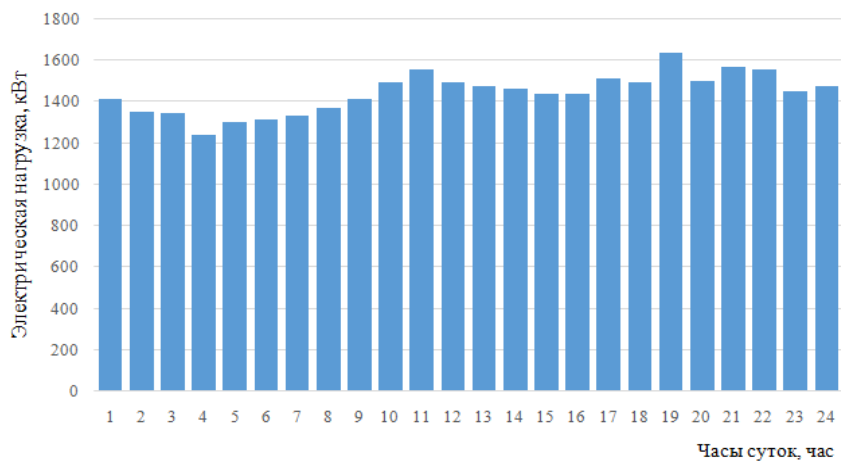
Основная часть

Проведение энергетического обследования существующей системы энергообеспечения поселка Соловецкий проводилось путем осмотра и анализа эффективности работы действующих ТЭС и ДЭС. Расчет электрических и тепловых нагрузок проводился на основе данных вахтенных журналов энергоснабжающей организации, в которых фиксируются потребление дизельного топлива и показания установленных приборов учета.

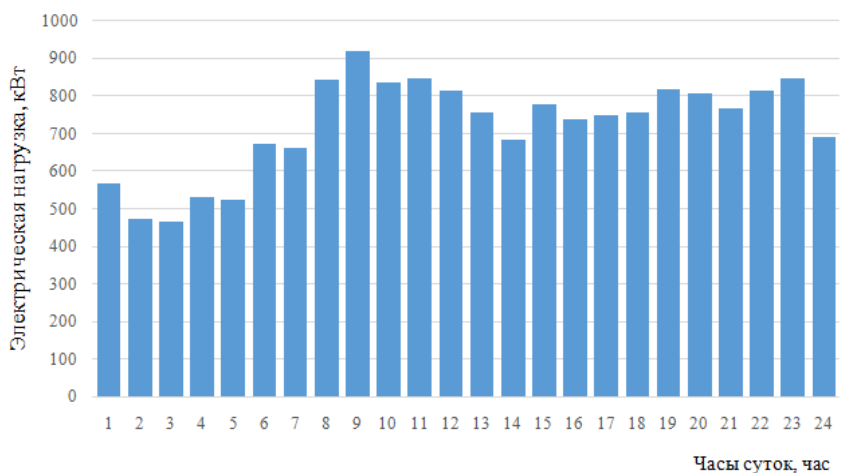
Расчет выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду от водогрейных котлов «Квант» КВа-2,0 был выполнен по методике [1] с использованием данных АО «Архангельская областная энергетическая компания» по потребленному дизельному топливу. Для определения выбросов загрязняющих веществ от дизель-генераторных установок рассчитывался объем потребленного топлива по данным об электрических нагрузках, приведенных в эксплуатационном журнале.

В результате обработки эксплуатационных данных были построены суточные графики активной электрической нагрузки поселка Соловецкий, которые приведены на рис. 1. Средняя суточная мощность в зимний период составляет 1440, а в летний – 721 кВт. Принимая суммарную установленную мощность дизель-генераторных установок ДЭС и ТЭС равной 4646 кВт в номинальном режиме, коэффициенты использования установленной мощности составляют 0,31 в зимний период и 0,155 в летний, что свидетельствует о низкой загрузке имеющихся ДГУ. Для энергетики РФ среднегодовые коэффициенты использования установленной мощности оборудования, вырабатывающего электроэнергию с использованием газообразного и жидкого топлива, составляют 0,478, а для теплогенерирующих установок – 0,195.

Из годового графика электрических нагрузок за 2016 г. (рис. 2а) видно, что в летний период они снижаются практически в два раза по отношению к зимнему максимуму, что связано с повышением температуры воздуха и увеличением продолжительности светового дня, но отчасти компенсируется ростом энергопотребления объектами туристического комплекса.



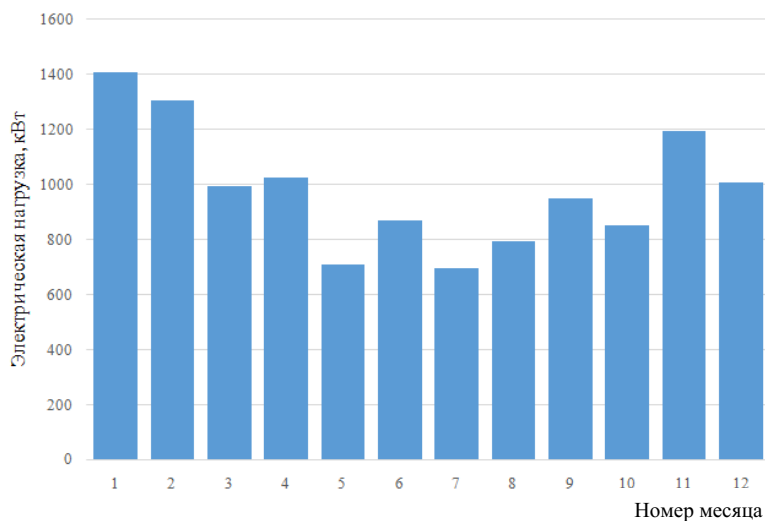
а)



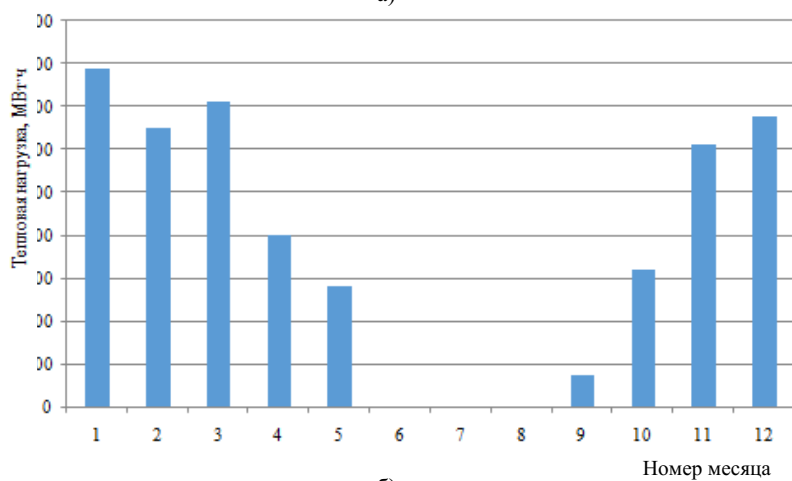
б)

Рис. 1. Суточный график активной электрической нагрузки, кВт:
а – зимний период; б – летний период

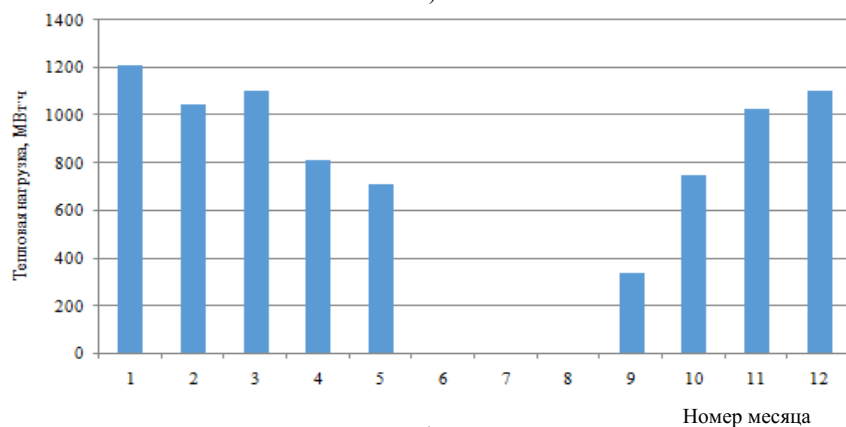
Определить фактическую выработку тепловой энергии водогрейными котлами на основании инструментально полученных данных при проведении обследования не представилось возможным, так как установленные на ТЭС приборы учета не функционируют. Поэтому на основе эксплуатационных данных о потреблении дизельного топлива, с учетом технического состояния котлов, тепловых сетей и потребителей были выполнены расчеты, некоторые результаты которых представлены на рис. 2б. В настоящее время в поселке Соловецкий функционирует система утилизации тепла ДГУ, но отсутствует учет, выработанной тепловой энергии. Исходя из эксплуатационных данных, было принято, что она гарантированно обеспечивает 0,57 МВт, что позволило учитывать дополнительную выработку тепловой энергии (рис. 2в).



а)



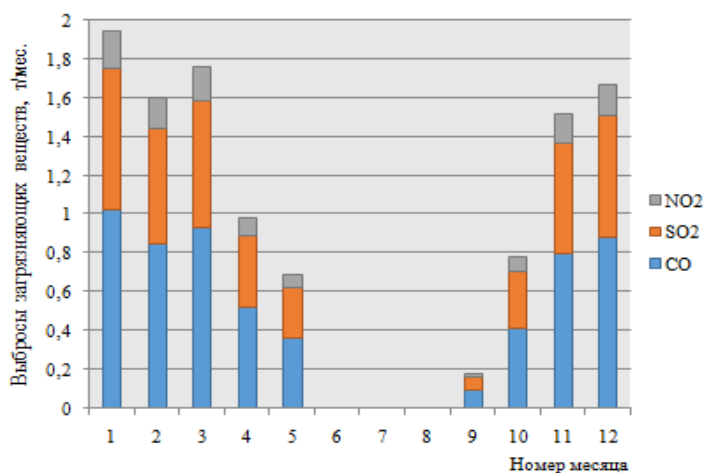
б)



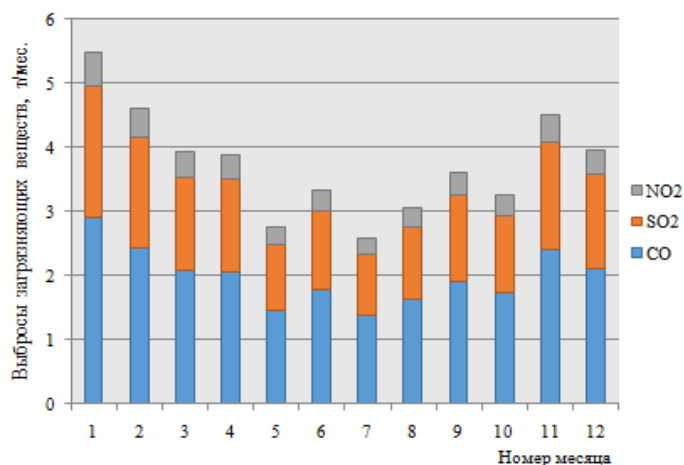
в)

Рис. 2. Годовой график электрической нагрузки (а), кВт; тепловых нагрузок (б) и тепловых нагрузок с учетом утилизации тепла дымовых газов ДГУ (в), МВт·ч

Данные по изменению тепловой нагрузки в течение года позволили рассчитать выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду от водогрейных жаротрубных котлов «Квант» КВа-2,0 с учетом теплотехнических характеристик сжигаемого топлива. При расчете выбросов вредных веществ от ДГУ использовались нагрузочные характеристики электрической энергии в течение года, а также эксплуатационные данные по расходу дизельного топлива. Валовые выбросы оксида углерода, оксидов азота в перерасчете на диоксид азота и оксидов серы в перерасчете на диоксид серы приведены на рис. 3. Полученные данные позволили определить суммарные годовые валовые выбросы вредных ингредиентов, необходимые для разработки технико-экономического обоснования по созданию независимой энергетической системы на основе использования альтернативных источников энергии.



а)



б)

Рис. 3. Изменение выбросов загрязняющих веществ от водогрейных котлов (а) и ДГУ (б) в течение года

Выводы

1. Удаленность Соловецких островов от материка и сложные климатические условия затрудняют доставку дизельного топлива, за счет которого обеспечивается энергией поселок, и значительно увеличивают нагрузку на энергоисточники в зимний период.
2. Выполнен анализ действующей системы энергообеспечения Соловецких островов, определены нагрузочные характеристики электрической и тепловой энергии в течение года, на основании которых и с учетом эксплуатационных данных по расходу топлива рассчитаны выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от дизель-генераторных установок и водогрейных котлов.
3. Выявлен большой потенциал для создания независимой энергетической системы на основе использования альтернативных источников энергии, что позволит значительно снизить техногенное воздействие энергообъектов на окружающую среду.

Литература

1. Бондалетова Л.И., Новиков В.Т., Алексеев Н.А. Расчет выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлоагрегатах котельных. Томск: ТПУ, 2000. 39 с.
2. Cheng-DarYue, Chung-ShengChen, Yu-ChenLee. Integration of optimal combinations of renewable energy sources into the energy supply of Wang-An Island // *Renewable Energy*, 86, 2016, pp. 930–942.
3. Marin C, Alves LM, Zervos A. 100% RES-A challenge for island sustainable development. Instituto Superior Techico. URL: <http://issuu.com/pubcipriano/docs/island100res/19>, 2005.
4. Jiahong Liu, Chao Mei, Hao Wang, Weiwei Shao, Chenyao Xiang. Mutual adaptability of renewable energy and water-supply systems in islands // *Energy Procedia*, 105, 2017, pp. 799–804.
5. Hans Christian Gils, Sonja Simon. Carbon neutral archipelago – 100 % renewable energy supply for the Canary Islands // *Applied Energy*, 188, 2017, pp. 342–355.

References

1. Bondaletova L.I., Novikov V.T., Alekseev N.A. *Raschet vybrosov zagriazniayushchikh veshchestv pri szhiganii topliva v kotloagregatakh kotel'nykh: Metodicheskoe posobiye po kursu "Promyshlennaya ekologiya"* [Calculation of emissions of pollutants during fuel combustion in boilers of boilerhouses: Methodological manual on the course "Industrial ecology"]. Tomsk, 2000. 39 p.
2. Cheng-DarYue, Chung-ShengChen, Yu-ChenLee. Integration of optimal combinations of renewable energy sources into the energy supply of Wang-An Island. *Renewable Energy*, 86, 2016, pp. 930–942.
3. Marin C, Alves LM, Zervos A. 100% RES-A challenge for island sustainable development. Instituto Superior Techico, <http://issuu.com/pubcipriano/docs/island100res/19>, 2005.
4. Jiahong Liu, Chao Mei, Hao Wang, Weiwei Shao, Chenyao Xiang. Mutual adaptability of renewable energy and water-supply systems in islands. *Energy Procedia*, 105, 2017, pp. 799–804.
5. Hans Christian Gils, Sonja Simon. Carbon neutral archipelago – 100% renewable energy supply for the Canary Islands. *Applied Energy*, 188, 2017, pp. 342–355.

Кангаш А.И., Наумов Н.Р., Марьяндышев П.А., Любов В.К. Энергообеспечение островных территорий Арктической зоны РФ на примере поселка Соловецкий // Вестник Череповецкого государственного университета. 2018. №1 (82). С. 27–33.

For citation: Kangash A.I., Naumov N.R., Maryandyshev P.A., Lyubov V.K. Energy supply of islands located in the Russian federation Arctic zone on the example of the Solovetsky settlement. *Bulletin of the Cherepovets State University*, 2018, no. 1 (82), pp. 27–33.