

Принцип выполнения расчетов заключается в следующем. Оцененные значения схемно-режимных параметров ЭЭС (ТМ') поступают на вход компонента, где осуществляется расчет электрического режима. Рассчитанные значения перетоков активной мощности в контролируемых связях или другие необходимые режимные параметры ( $P_C$ ) поступают на вход алгоритма оптимизации, который изменяет мощность регулирующих электростанций ( $P_{PЭС}$ ). Объемы резервов вторичного регулирования, стоимость выработки электроэнергии и другая необходимая для оптимизации информация ( $\Delta P_{PEЗ}$ ) поступает из базы данных реального времени SCADA системы диспетчерского центра. Оптимизационный алгоритм осуществляет поиск оптимальных значений задания внеплановой мощности электростанций ( $\Delta P_{PЭС}$ ) в соответствии с целевой функцией, которая определяется в зависимости от задачи управления и может содержать в себе экономические параметры, характеристики оборудования и другие параметры. Найденные значения используются для расчета КДУ, которые впоследствии поступают в систему АРЧМ.

Целевая функция может быть составлена с учетом особенностей рассматриваемой энергосистемы и накопленным опытом ее эксплуатации. Оптимизационный инструмент также может быть выбран среди множества доступных методов, однако результаты экспериментов показывают, что быстрдействие всего алгоритма по большей части определяется скоростью расчета установившегося режима. При корректном выборе модели и ее настройке время расчета значений КДУ может быть значительно снижено.

Использование полученного алгоритма в цикле работы системы АРЧМ позволит определять объем и место ввода управляющих воздействий с учётом накопленного опыта эксплуатации энергосистемы, индивидуальных особенностей электростанций, как объектов управления, текущей схемно-режимной ситуации и других необходимых параметров. Разработанный метод формализует и автоматизирует процесс расчета КДУ, и тем самым упрощает работу специалистов диспетчерских центров и исключает влияние человеческого фактора при настройке системы АРЧМ. Это позволяет повысить гибкость и адаптивность системы АРЧМ, что необходимо для соответствия современным требованиям к управлению перетоками мощности.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Miao X., Ilić M. and Liu Q. Enhanced automatic generation control (E-AGC) for electric power systems with large intermittent renewable energy sources // Power & Energy Society General Meeting (PESGM): proceedings of the International Conference. – 2019. – P. 1-5.
2. Masiello R. D., Katzenstein W. P. AGC to manage high renewable resource penetrations // Power and Energy Society General Meeting: proceedings of the International Conference. – 2012. – P. 1–6.
3. Apostolopoulou D., Domínguez-García A.D., Sauer P.W. An assessment of the impact of uncertainty on automatic generation control systems // IEEE Transactions on Power Systems. – 2016. – vol. 31. –no.4. – P. 2657–2665.

#### **ПОЛУЧЕНИЕ ХОЛОДА ИЗ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ**

А.А. Сидорова, Э.Р. Керимов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: dyp6@tpu.ru

#### **RECEIVING COLD FROM SOLAR ENERGY**

Sidorova A.A., Kerimov E.R.

National Research Tomsk Polytechnic University

*Annotation.* This article analyzes the existing system for converting solar energy into cold, identifies the shortcomings. The study showed that during a pandemic, the issue of producing

*a vaccine against a new virus arises and the problem of its transportation arises, since the vaccine is suitable only in a small temperature range. Based on the analysis, an improved system for obtaining cold from solar energy has been developed. The proposed system is multifunctional in use, it can be used both as a refrigerator and a heater.*

На сегодняшний день, не всегда удается предоставить все необходимые ресурсы для кондиционирования помещений с помощью установок, работающих от электричества. В результате чего хранение продуктов питания и лекарств, при таком охлаждении, теряет популярность и экономическую обоснованность. Толчком для выбора данной темы послужила непростая в данный момент эпидемиологическая ситуация в мире. Как известно, после производства вакцины от нового вируса, возникает проблема ее транспортировки по миру. Так как масштабы пандемии велики, важно, чтобы процесс охлаждения вакцин и их пребывания в определенном температурном промежутке был максимально экономичным и экологичным.

Описание системы. Для питания компрессора используются фотоэлектрические панели, которые преобразуют солнечную энергию в электрический ток. Система состоит из фотоэлектрических панелей, компрессора, теплоизолированного корпуса и системы управления (микроконтроллер) [1]. Фотоэлектрические панели преобразуют солнечный свет в постоянный электрический ток. Ток одновременно запасается в аккумуляторе и подается на компрессор, который начинает циркуляцию хладагента по системе. В результате фазового перехода жидкость – газ производится отбор тепла от холодильника. Температура холодильной камеры контролируется датчиками температуры через микроконтроллер или другую электрическую систему управления [2]. Таким образом, система может быть настроена на определенную температуру хранения различных продуктов. Структурная схема системы представлена на рис.1.

Главным минусом данной системы является то, что солнечный свет, в силу погодных условий, не всегда может попадать на солнечную панель в нужном количестве [2]. Поэтому следует усовершенствовать данную систему таким образом, чтобы холод поддерживался в холодильнике как можно больше времени. Рассмотрим первый способ усовершенствования данной холодильной установки. Есть возможность аккумулировать холод в специальном веществе, которое будет осуществлять фазовый переход. Тепловой ресивер (аккумулятор холода) находится внутри изолированного корпуса и включает в себя вещество, которое осуществляет фазовый переход. Это вещество замораживают до твердого состояния, например, льда, и используют как аккумулятор холода, для поддержания температуры внутри изолированного корпуса в отсутствие солнечного света. Размер и вещество аккумулятора холода желательно выбрать таким образом, чтобы холод внутри холодильника поддерживался в течение нескольких дней. Конечно, можно использовать обычную воду, но, как известно лед тает весьма быстро, поэтому предпочтительней использовать вещества, фазовый переход которых более долгий [3]. Минусом данного способа является то, что контроллер перестает питаться от солнечной панели, и поэтому необходимо рассчитывать ресивер таким образом, чтобы он охлаждался только до определенной температуры. Вторым способом является запас электрического заряда в аккумуляторе. Этот способ хорош тем, что и контроллер, и система работают в штатном режиме, и поэтому контроллером производится контроль точной температуры. Однако, этот способ не такой экономичный, как предыдущий, так как солнечная панель должна быть намного большей площади, чтобы питать и компрессор и заряжать аккумулятор одновременно. Третий способ — это совокупность двух этих методов. Так контроллером до сих пор осуществляется контроль температуры холодильной камеры, и когда температура становится выше допустимой, контроллер включает компрессор, который понижает температуру системы. Этот способ более экономичный и надежный. Не стоит забывать так же о горячем паре, которые охлаждаются в конденсаторе. Эта система может быть предназначена как для охлаждения

чего либо, так и для нагрева. К примеру, этим газом или горячей жидкостью можно нагревать радиатор, который будет отапливать какое-либо помещение. Охлажденная жидкость из радиатора будет возвращаться обратно в систему. Также, поток солнечных лучей переводится в электрический ток наиболее эффективно, когда падает на солнечную панель под углом, близком к 90 градусам [3]. Поэтому, целесообразно предусмотреть систему движения панели таким, образом, чтобы на нее попадало как можно больше солнечной энергии. Это можно реализовать двумя способами

- автоматическая система, сравнивающая величину светового потока с двух границ солнечной панели и исходя из этих данных поворачивает солнечную панель в нужную сторону при помощи привода;
- заранее подготовленная программа, поворачивающая панель уже в известном направлении с определенной скоростью и углом.

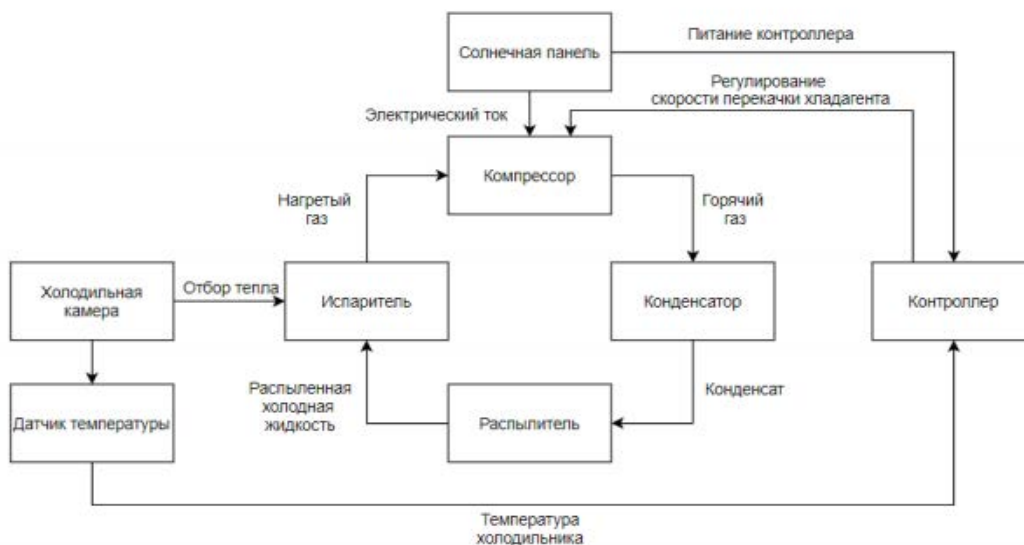


Рис.1. Структурная схема получения холода из солнечной энергии

Данная система весьма хорошо подходит для таких целей, как хранение продуктов, лекарств и вакцин. Она является весьма экологичной и экономичной, в отличие от систем, функционирующих от горючего топлива. Также, данная система многофункциональна: может использоваться как холодильник, так и нагреватель. Парокомпрессионные машины хороши тем, что существует огромное количество способов усовершенствовать их, сделать надежнее и экономичнее. В данной работе были рассмотрены способы оптимизации этой установки, а также обоснован наиболее экономичный вариант ее исполнения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Принцип работы солнечной батареи: как устроена и работает солнечная панель [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://sovetingenera.com/eoenergy/sun.html> (дата обращения: 10.08.2020).
2. Парокомпрессионные холодильные машины [Электронный ресурс]. — Режим доступа <https://studfile.net/preview/3599572/page:3/> (дата обращения: 12.08.2020).
3. Solar-Powered Refrigeration System [Электронный ресурс]. — Режим доступа [https://www.nasa.gov/sites/default/files/575141main\\_MSC-22970-1\\_Solar-Refrigeration-System.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/575141main_MSC-22970-1_Solar-Refrigeration-System.pdf) (дата обращения: 12.09.2020).