



КАЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

XXVI ВСЕРОССИЙСКИЙ АСПИРАНТСКО-МАГИСТЕРСКИЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР, ПОСВЯЩЕННЫЙ ДНЮ ЭНЕРГЕТИКА

Казань, 6–7 декабря 2022 г.

Материалы докладов

В трех томах

Том 2

Источники

1. Каширина Е.С. Возобновляемые источники энергии как фактор развития энергетической системы Республики Башкортостан, 2016
2. Рейтинг регионов по уровню энергодостаточности – итоги 2017 года, РИА Рейтинг
3. Менделеев Д.И., Марьин Г.Е., Ахметшин А.Р. Показатели режимных характеристик парогазового энергоблока ПГУ-110 МВт на частичных нагрузках // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2019. Т. 11. № 3(43). С. 47-56.
4. Марьин Г.Е., Осипов Б.М., Ахметшин А.Р. Исследование применения водорода в качестве топлива для улучшения энергетических и экологических показателей работы газотурбинных установок // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 2. С. 84-92. DOI 10.30724/1998-9903-2021-23-2-84-92.
5. Солуянов Ю.И., Ахметшин А.Р., Солуянов В.И. Энерго-ресурсосберегающий эффект в системах электроснабжения жилых комплексов от актуализации нормативов электрических нагрузок // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 1. С. 156-166. DOI 10.30724/1998-9903-2021-23-1-156-166.

УДК 620.91; 621.311.26

ГИБРИДНЫЕ МИНИ-ТЭС НА БИОМАССЕ И СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ КАК АВТОНОМНЫЕ ИСТОЧНИКИ ТЕПЛА И ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Мадина Фаридовна Набиуллина

Науч. рук.д-р техн. наук, доцент Г.Р. Мингалеева

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

madinanabiullina@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены две конфигурации солнечной энергии и биомассы гибридной мини-ТЭС. Представлены результаты расчета гибридной мини-ТЭС в конфигурации параллельной установки солнечных коллекторов и парового котла на биомассе.

Ключевые слова: гибридные станции, солнечная энергия, биомасса.

HYBRID MINI-THERMAL POWER PLANTS ON BIOMASS AND SOLAR ENERGY AS AUTONOMOUS SOURCES OF HEAT AND ELECTRICITY

Madina F. Nabiullina
KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan
madinanabiullina@yandex.ru

Abstract. The article considers two configurations of solar energy and biomass of a hybrid mini-thermal power plant. The results of the calculation of a hybrid mini-thermal power plant in the configuration of a parallel installation of solar collectors and a biomass steam boiler are presented.

Keywords: hybrid stations, solar energy, biomass.

Существует большое разнообразие конфигураций гибридных электростанций общего назначения, которые могут включать гидроэнергетику различных форм, геотермальную энергию, концентрированную солнечную энергию (CSP), биомассу и другие. Гибридные электростанции могут даже включать в себя оборудование для производства электроэнергии на основе невозобновляемых источников, таких как природный газ, уголь или даже атомные электростанции [1]. В отличие от солнечной фотоэлектрической и ветроэнергетики, некоторые из этих технологий (включая гидроэлектростанции и геотермальные электростанции) очень специфичны для конкретного объекта и не так легко поддаются общей оптимизации. Однако если соединить солнечную фотоэлектрическую или ветровую энергию с этими установками, их параметры производительности с точки зрения обеспечения переключения энергии, увеличения стоимости мощности или предоставления услуг могут быть включены в общий процесс оптимизации элементов солнечной фотоэлектрической и ветряной электростанции [2].

Концентрированная солнечная энергия (CSP) является перспективной технологией для гибридизации с другими энергетическими технологиями для производства электроэнергии. CSP может быть легко интегрирована с другими типами энергии в синергетическую систему, которая имеет много потенциальных преимуществ, включая лучшую диспетчеризацию и надежность, повышенную эффективность, уменьшенные капитальные затраты за счет совместного использования оборудования и возможность гибкой работы путем чередования между

источниками энергии, что может привести к повышению общей эффективности за счет сочетания различных источников энергии [3].

Рассмотрим различные конфигурации установки солнечных коллекторов и парового котла на биомассе.

На рис.1 представлен котел на биомассе в качестве резервного котла. В этой конфигурации котел на биомассе предназначен для нагрева теплоносителя, поступающего от солнечного коллектора, вместо воды. Такая конструкция требует, чтобы котел на биомассе обладал очень эффективной динамической характеристикой, чтобы адаптировать его к изменчивости условий солнечного излучения [4].



Рис. 1. Гибридная конфигурация CSP и биомассы с включением котла на биомассе в качестве резервного

В случае параллельного подключения солнечного коллектора и котла на биомассе (рис. 2) как солнечная, так и биомассовая системы способны генерировать перегретый пар. Оба потока соединены вместе для увеличения выработки энергии. Чтобы поддерживать соответствующие условия подачи пара, объем воды, подаваемой через котел на биомассе, регулируется в зависимости от солнечного излучения и пара, генерируемого солнечным полем. Котел на биомассе работает на разной мощности, в зависимости от вклада солнечной энергии, для получения постоянной выработки электроэнергии.

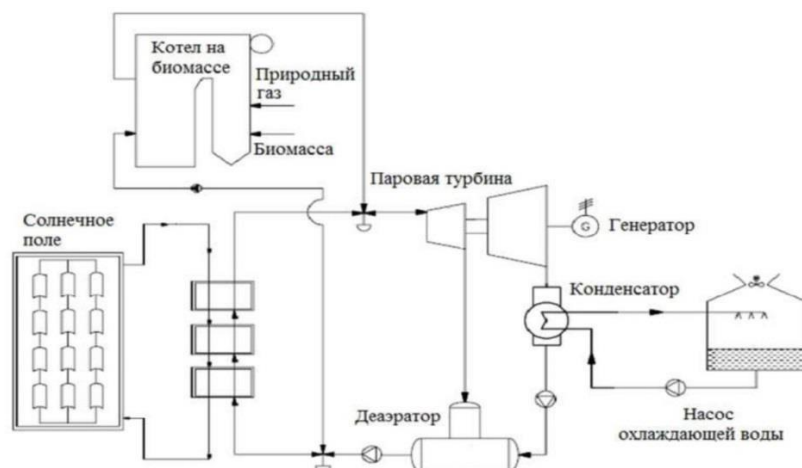


Рис. 2. Гибридная конфигурация солнечной энергии и биомассы с параллельными установками CSP и биомассы

В данной работе более подробно рассмотрена схема гибридной мини-ТЭС мощностью 10 МВт с использованием солнечной концентрированной энергии и биомассы с параллельно установленными CSP-панелями и блоками использования биомассы. Расчетная ежемесячная выработка электроэнергии в данной конфигурации показана в таблице 1.

Таблица 1

Расчетная ежемесячная выработка электроэнергии на основе сжигания биомассы и CSP

	CSP, кВт·ч	Биомасса, кВт·ч	Солнечная инсоляция, Вт/м ²
Январь	209,44	1695,15	680,0
Февраль	443,52	1461,07	1440,0
Март	868,56	1036,03	2820,0
Апрель	1321,31	583,28	4290,0
Май	1700,15	204,44	5520,0
Июнь	1826,43	78,16	5930,0
Июль	1761,75	142,84	5720,0
Август	1382,91	521,68	4490,0
Сентябрь	880,88	1023,71	2860,0
Октябрь	465,08	1439,51	1510,0
Ноябрь	255,64	1648,95	830,0
Декабрь	166,32	1738,27	540,0

ИТОГО	11281,98	11573,1	36630,0
-------	----------	---------	---------

Основываясь на стандартных условиях солнечного излучения [5], результаты в таблице 1 показывают максимальную мощность CSP в летний период (1826,43 кВт·ч в июне), в течение которого установка на биомассе достигает минимальной нагрузки. Напротив, биомасса достигает 90% энергетического вклада в зимние месяцы.

Источники

1. Нгуен Д.Т. Оценка энерго- и ресурсосберегающего эффекта при внедрении гибридных объектов малой распределенной генерации в республике Вьетнам / Д.Т.Нгуен, Г.Р.Мингалеева, М.В.Савина // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. – 2019. – Том 21, № 5 – С. 132-140.

2. Dykes K., King J., DiOrio N., King R., Gevorgian V., Corbus D., Blair N., Anderson K., Stark G., Turchi C., and Moriarty P. Opportunities for Research and Development of Hybrid Power Plants //Technical Report NREL/TP-5000-75026 - 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nrel.gov/docs/fy20osti/75026.pdf> (дата обращения 10.11.2022).

3. Nathan G. J., Jafarian M., Dally B. B., SawW. L., Ashman P. J., Hu E., & Steinfeld A. Solar thermal hybrids for combustion power plant: Agrowingopportunity // Progressin Energy and Combustion Science. 2018. V.64. P.4–28.doi:10.1016/j.pecs.2017.08.002

4. T. Srinivas, B.V. Reddy, Hybrid solar–biomass power plant without energy storage, Case Studies in Thermal Engineering, Volume 2, 2014, P.75-81.

5. Значение солнечной инсоляции в г. Казань (Республика Татарстан) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.betaenergy.ru/insolation/kazan/> (Дата обращения 19.10.2022).

УДК 621.438

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА ДЛЯ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

Марина Сергеевна Новоселова

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент А.В. Титов

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

nova-mara0607@list.ru

Аннотация. В газотурбинных установках используются жидкие или газообразные топлива, однако предпочтительным считается газообразный топливный газ, в частности природный газ благодаря своим энергетическим свойствам. Также в настоящее время рассматриваются возможности применения других видов топлива в целях повышения технико-экономических характеристик ГТУ. В статье рассматриваются новые перспективные топливные газы.

Ключевые слова: газотурбинные установки, топливо, топливный газ.

PROMISING TYPES OF FUEL FOR GAS TURBINE UNITS

Marina S. Novoselova

KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan

nova-mara0607@list.ru

Abstract. Gas turbine units use liquid or gaseous fuels, but fuel gas, in particular natural gas, is preferred due to its energy properties. The possibility of using other types of fuel to improve the technical and economic characteristics of the GTU is also being considered. The article looks at some of the promising fuel gases.

Keywords: gas turbine units, fuel.

В настоящее время самым распространенным видом топлива для газотурбинных установок является природный газ, имеющий разный состав компонентов благодаря различиям мест добычи, за счет высокой теплотворной способности, составляющей в среднем 33-34 МДж/м³, и низкой стоимости [1]. Однако сейчас рассматриваются и другие виды топлива, например: биогаз, получаемый из органических отходов жизнедеятельности человека, водород, попутный газ, добываемый совместно с нефтью, синтез-газ, производимый тремя методами: газификацией угля, конверсией метана и парциальное окисление углеводородов.

Использование биогаза как топлива для ГТУ позволяет утилизировать пищевые, сельскохозяйственные и прочие отходы и материалы органического происхождения, считающиеся возобновляемым источником энергии, и решить тем самым проблему их захоронения. В зависимости от исходного материала для производства биотоплива низшая теплота сгорания может варьироваться от 16-17 (для текстиля, бумажной продукции и кожи) до 41-46 МДж/кг (для полистирола и полиэтилена), что говорит о сравнимом с природным газом потенциалом [2].