

Источники

1. Марьин Г.Е., Менделеев Д.И., Гайнутдинов Р.Р. Анализ влияния основных параметров паротурбинного цикла на эффективность работы бинарных ПГУ // Электроэнергетика глазами молодежи – 2019: матер. юбил. X Междунар. науч.-техн. конф. Иркутск, 2019. Т. 1. С. 276–279.
2. Актуализация расчетных электрических нагрузок с последующим практическим применением на примере Республики Татарстан / Ю.И. Солуянов [и др.] // Промышленная энергетика. 2021. № 2. С. 32–40.
3. Энергосберегающие решения в распределительных электрических сетях на основе анализа их фактических нагрузок / Ю.И. Солуянов [и др.] // Электроэнергия. Передача и распределение. 2020. № 5 (62). С. 68–73.
4. Менделеев Д.И., Марьин Г.Е. Исследование влияния состояния оборудования блоков ПГУ и режимов их работы на выполнение заданного графика выработки электроэнергии // Энергия – 2018: матер. 13-й Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Иваново, 2018. Т. 1. 7 с.
5. Марьин Г.Е., Осипов Б.М. Критерии выбора составов топлив при их сжигании в газотурбинных установках с незначительными переделками топливной системы // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2020. Т. 24, № 2 (151). С. 356–365.

УДК 621.438, 662.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ СТАЦИОНАРНОЙ ГАЗОВОЙ ТУРБИНЫ

Д.Ф. Сагдуллин¹, М.В. Савина², С.С. Тимофеева³

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹danis.sagdullin@gmail.com, ²pmv_83@mail.ru, ³zvezdochka198512@mail.ru

Предложена технология предварительной подготовки торфа для сжигания в ГТУ на ТЭС. Показаны результаты расчета состава генераторного газа, как непроектного топлива, и условия его применения в газотурбинной установке.

Ключевые слова: газотурбинная установка тепловой электростанции, состав топлива, коэффициент полезного действия, торф, непроектное топливо, газификация, парокислородное дутье.

На эксплуатационные характеристики газовой турбины существенное влияние оказывает состав подаваемого газа. Это может быть как природный газ, так и газ, полученный другими промышленными способами:

- газификация твердых топлив (угля, торфа);
- попутный газ нефтяных месторождений и т. п.

Данные по составу природного газа даже в пределах одной республики Татарстан сильно разнятся и, как следствие, влияют на производительность ПГУ в целом.

В работе [1] приведено исследование возможности сжигания в стационарной энергетической газотурбинной установке General Electric PG111 6FA природного газа разных месторождений. Как показывают данные, любое отклонение индекса Воббе требует изменение настройки топливной системы. Также авторами отмечено, что применение синтез-газа недопустимо из-за значительного отклонения индекса Воббе. Как вариант, диапазон видов топлива может быть расширен за счет изменения конструкции горелок турбины [2], либо предварительной сушки влажного твердого топлива с последующей газификацией [3].

Торфяные месторождения широко распространены практически по всей территории Российской Федерации, его запасы уступают только запасам угля. Однако для его использования в ПГУ необходимо повысить «энергетическую привлекательность» торфа путем применения технологий, позволяющих улучшить теплотехнические и механические свойства исходного сырья. Одним из технологических решений использования торфяных ресурсов может быть переработка брикетов из смеси торфа и древесной массы в аппаратах термохимической переработки с получением генераторного газа, который в дальнейшем сжигается в ГТУ [4].

В настоящей работе рассмотрена возможность использования торфа для сжигания в ГТУ. Технологическая схема состоит из следующих основных блоков: подготовки топлива, блока получения и очистки генераторного газа, а также блока производства тепловой и электрической энергии (см. рисунок).

Измельчение и сушку торфа осуществляют в сушильно-мельничной установке. Подбор окислителя осуществляется в зависимости от свойств исходного топлива и требуемого состава генераторного газа. В случае применения окислителя с паром, в смесителях происходит смешивание кислорода (воздуха) с паром, который отбирается из общего количества,

выработанного в блоке производства энергии. Газификация топлива осуществляется в поточном газогенераторе. Подогретый окислитель 5 и подготовленное топливо 4 подаются на горелочные устройства газогенератора, в котором происходит непосредственно процесс газификации при высокой температуре порядка 1 200–1 500 °С. Загрязненный генераторный газ охлаждается в газоохладителях, очищается в системе пыле- и газоочистки в циклонах и фильтрах от вредных примесей. Очищенный газ 6 направляется на сжигание в камеру сгорания ГТУ с получением электрической энергии. Для дутья используется пар, полученный в котле-утилизаторе, в котором утилизируются уходящие дымовые газы ГТУ. Термодинамический КПД для таких схем составляет около 30–34 % [5].

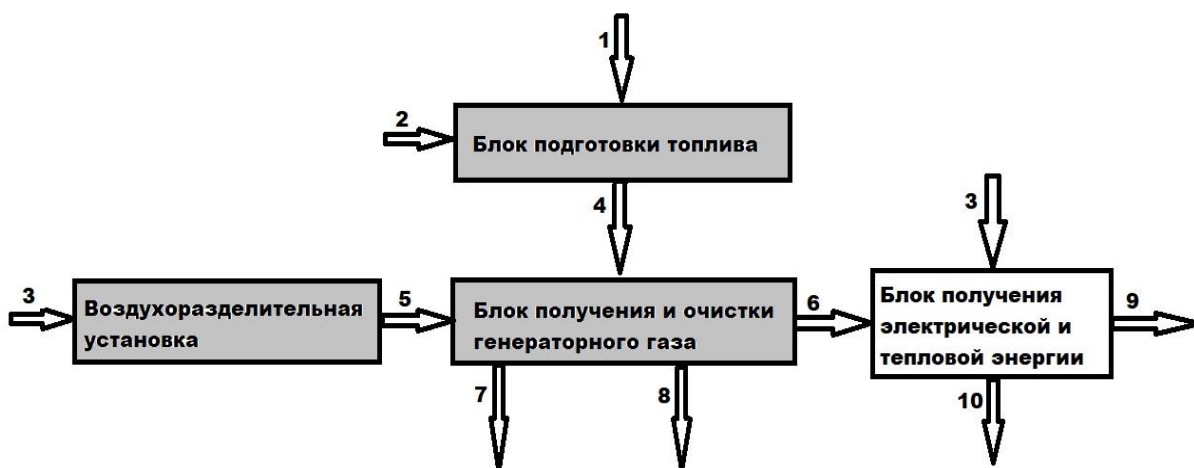


Схема производства энергии с газификацией торфа: 1 – сырое топливо; 2 – сушильный агент; 3 – воздух; 4 – подготовленное топливо; 5 – кислород; 6 – генераторный газ; 7 – шлак; 8 – комковатая сера; 9 – тепловая и электрическая энергия; 10 – уходящие газы

В таблице приведены показатели газов, полученных в результате газификации торфа, с различными видами окислителя [6].

Состав генераторного газа из торфа

Дутье	Влажность исходного сырья, %	Состав генераторного газа, % по массе					Теплота сгорания, МДж/нм ³
		CO	CO ₂	H ₂	CH ₄	N ₂	
Паровоздушное	12,5	11,9	17,3	14,9	2,29	53,7	3,9
	24,5	18	15,5	8,1	1,8	56,6	3,8
Парокислородное	12,5	23,3	4,9	69,8	1,8	0,13	11,1

Как видно из таблицы, более низкие значения теплоты сгорания генераторного газа характерны для паровоздушного дутья, что связано с низким значением горючих компонентов и повышенным содержанием балластных газов. Следовательно, при переводе ГТУ на искусственный газ, полученный парокислородным дутьем со средней теплотой сгорания от 8 до 20 МДж/м³ необходима незначительная модернизация топливной системы и камеры сгорания. При этом конструкция газовой турбины остается неизменной [7].

Таким образом, при грамотном подборе соотношения состава генераторного газа с более высокой теплотой сгорания, полученного газификацией торфа, можно увеличить производительность турбины и снизить выбросы оксидов углерода и азота.

Источники

1. Влияние состава топлива на энергетические параметры газотурбинной установки / Г.Е. Марьин [и др.] // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2020. Т. 22, № 5. С. 41–51.
2. Extended Range of Fuel Capability for GT13E2 AEV Burner With Liquid and Gaseous Fuels / M. Zajadatz [et al.]. DOI: <https://doi.org/10.1115/1.4041144> // Journal of Engineering for Gas Turbines and Power. 2019. Vol. 141, Is. 5.
3. Markku O. Raiko, Risto A. Raiko. The Role of Fuel Moisture in Gas Turbine Processes. DOI: <https://doi.org/10.1115/99-GT-397> // Proc. of the ASME 1999 International Gas Turbine and Aeroengine Congress and Exhibition. Indianapolis, 1999. Vol. 2. Coal, Biomass and Alternative Fuels; Combustion and Fuels; Oil and Gas Applications; Cycle Innovations.
4. Тимофеева С.С., Исламова С.И., Ермолаев Д.В. Композиционное топливо на основе торфа и древесных отходов // Труды Академэнерго. 2019. № 4 (57). С. 122–132.
5. Тимофеева С.С., Мингалеева Г.Р. Термозкономическая эффективность технологической схемы с газификацией твердого топлива под давлением // Энергетик. 2011. № 4. С. 31–34.
6. Тимофеева С.С., Мингалеева Г.Р. Перспективы использования торфа в региональной энергетике // Известия Томского политехнического университета. 2014. Т. 325, № 4. С. 46–55.
7. Рыжков А.Ф., Филиппов П.С., Т.Ф. Богатова Анализ работы парогазовых установок с внутрицикловой газификацией угля: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. 168 с.