

Показатель	ГТУ			ВЭР		
	Вариант № 1	Вариант № 2	Вариант № 3	Вариант № 1	Вариант № 2	Вариант № 3
<i>При ставке дисконтирования 20 %</i>						
Динамический срок окупаемости, лет	10,9	7,3	7,0	3,9	3,6	3,6
Чистый дисконтированный доход, тыс. руб. $\times 10^6$ руб.	1,27	4,16	4,59	4,14	11,09	12,01

Таким образом, сделаем вывод, что полигенерационные установки на основе диоксида углерода обладают хорошими показателями как термодинамической, так и экономической эффективности, что свидетельствует о целесообразности применения данных схем для производства электрической энергии, теплоты, холода, жидкой и газообразной углекислоты.

Литература

1. Trigeneration units on carbon dioxide with two-time overheating with installation of turbo detainer and recovery boiler / A. V. Ovsyannik [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1683, N 042010.
2. Овсянник, А. В. Разработка компьютерной программы для оптимизации параметров низкокипящего рабочего тела в турбодетандерной установке / А. В. Овсянник, В. П. Ключинский // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2020. – № 3/4. – С. 108–115.
3. Ключинский, В. П. Термодинамический и технико-экономический анализ тригенерационных установок на органическом цикле Ренкина / В. П. Ключинский, А. В. Овсянник // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2022. – № 1. – С. 80–89.

УДК 621.311.22:697.34:005.93

ОЦЕНКА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЭЦ

А. А. Бобич

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Традиционная оценка работы ТЭЦ на базе широко известных характеристик, таких как удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии и отпуск тепловой энергии не дает полной картины и не всегда применяется корректно. В работе впервые на базе эксергетического метода и соответствующего эксергетического КПД проведена оценка термодинамической эффективности работы ТЭЦ энергосистемы Беларуси. Определены наиболее совершенные ТЭЦ с термодинамической точки зрения. Получена количественная оценка термодинамической эффективности крупных и малых ТЭЦ энергосистемы за годовой, отопительный и межотопительный периоды. Сделан вывод о целесообразности рассмотрения работ по дальнейшей реконструкции ТЭЦ с целью повышения эффективности использования природного газа на ТЭЦ.

Ключевые слова: ТЭЦ, энергосистема Беларуси, термодинамическая эффективность, эксергетический КПД, Белорусская АЭС.

THERMODYNAMIC EFFECTIVENESS ASSESSMENT CHP

A. A. Bobich

Belarusian national technical university, Minsk

Traditional assessment CHP based on classical characteristics such as standard fuel specific consumption for electric and heat power generation is not always correct. This paper shows novel thermodynamic effectiveness assessment based on exergy method and exergy efficiency CHP of the Belarussian power grid. Most thermodynamically complete cogeneration power plants of the energy system are defined. The thermodynamic efficiency quantitative assessment of large and small CHPs of the energy system for the year, heating and non-heating periods has been obtained. It is concluded that it is expedient to consider work on the further reconstruction of the CHP in order to increase the efficiency of the use of natural gas at the CHP.

Keywords: CHP; of the Belarusian power system; thermodynamic effectiveness, exergy efficiency; Belorussian NPP.

Комбинированная выработка преобразованных энергопотоков (тепловой и электрической энергии) является наиболее совершенной технологией использования органического топлива в энергетике.

В энергосистеме Беларуси роль теплофикационных мощностей велика, годовой отпуск электроэнергии от ТЭЦ оценивается в 36–42 % [1], за 2020 г. – 39 %.

Внедрение двигателей внутреннего сгорания (ДВС) на базе газотурбинных и газопоршневых ДВС позволило существенно повысить на 23–38 % эффективность использования природного газа на ТЭЦ по сравнению с отдельной выработкой тепловой энергии на котельной и электроэнергии на КЭС.

В соответствии с индикатором энергетической безопасности относительный вес природного газа в приходной части энергобаланса страны необходимо снизить до 50 % [2]. С вводом Белорусской АЭС его относительный вес в приходной части энергобаланса страны снизится с 97 до 59 % [3], и необходимо дальше повышать эффективность его использования за счет внедрения наиболее эффективных ДВС на ТЭЦ [4].

С вводом в строй Белорусской АЭС в силу субъективных причин, связанных с созданием генерирующих мощностей энергосистемы Республики Беларусь еще в рамках энергосистемы СССР, сегодня возникли задачи, связанные с требованиями эксплуатации, решение которых может вытеснить ТЭЦ из генерации электроэнергии.

В этом контексте требуется всесторонний анализ работы и всех ТЭЦ, и энергосистемы в целом с тем, чтобы минимизировать замену ТЭЦ на котельные и сохранить в составе энергосистемы эти высокоэффективные теплогенерирующие источники.

В качестве показателей работы ТЭЦ принята термодинамическая оценка с помощью эксергетических КПД [5–13].

Ранжирование крупных и малых ТЭЦ по величине эксергетический КПД от большего к меньшему за 2020 г. приведено на рис. 1.

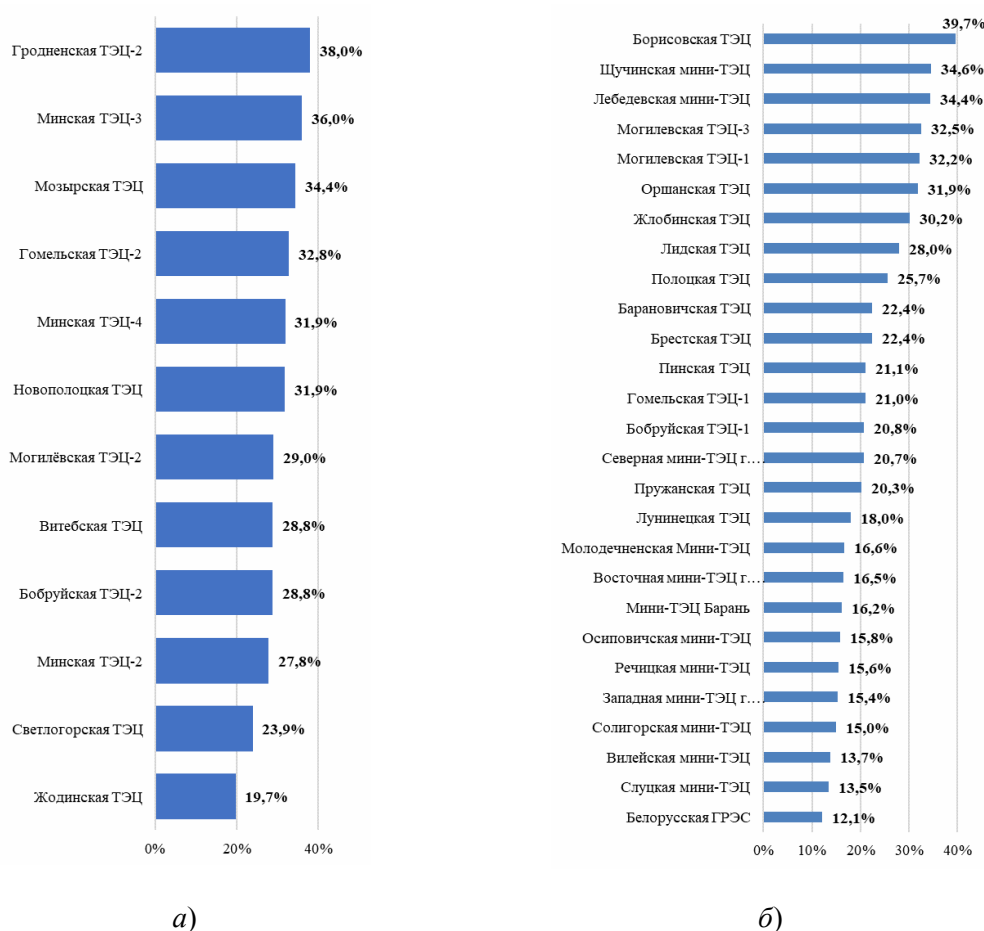


Рис. 1. Эксергетический КПД крупных и малых ТЭЦ энергосистемы Беларуси за 2020 г.: а – крупные ТЭЦ; б – малые ТЭЦ

Из анализа приведенных на рис. 1 данных следует:

1. Эксергетический КПД крупных ТЭЦ находится в широком диапазоне от 14 до 39 % в зависимости от конкретной ТЭЦ.

2. Эксергетический КПД малых ТЭЦ находится в широком диапазоне от 10 до 43 % в зависимости от конкретной ТЭЦ.

3. Максимальная термодинамическая эффективность (эксергетический КПД) имеет место на крупных ТЭЦ с парогазовыми блоками (Гродненская ТЭЦ-2, Минская ТЭЦ-3), а также для малых ТЭЦ с парогазовыми блоками (Борисовская ТЭЦ, Могилевская ТЭЦ-1, Могилевская ТЭЦ-3, Оршанская ТЭЦ, Лидская ТЭЦ) и газопоршневыми агрегатами (Жлобинская ТЭЦ, Щучинская мини-ТЭЦ, Лебедевская мини-ТЭЦ).

Литература

1. Бобич, А. А. Комплекс энергосберегающих мероприятий на ТЭЦ при адаптации к условиям работы энергосистемы с вводом Белорусской АЭС : дис. ... канд. техн. наук : 05.14.14 / А. А. Бобич. – Минск, 2018. – 224 с.
2. Об утверждении концепция энергетической безопасности Республики Беларусь : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 23 дек. 2015 г. № 1084 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2015. – № 5/41477.
3. Повышение энергетической эффективности и снижение энергетической составляющей

- себестоимости продукции теплоэнергетических и теплотехнических производств в современных условиях / М. П. Малашенко [и др.] // Энергоэффективность. – 2019. – № 8. – С. 8–15.
4. Попырин, Л. С. Эффективность технического перевооружения ТЭЦ на базе парогазовых установок / Л. С. Попырин, М. Д. Дильман // Теплоэнергетика. – 2006. – № 2. – С. 34–39.
 5. К вопросу оценки термодинамической эффективности Белорусской энергосистемы / Е. О. Воронов [и др.] // Энергия и менеджмент. – 2016. – № 3 (90). – С. 2–7.
 6. Бродянский, В. М. Эксергетический метод термодинамического анализа / В. М. Бродянский. – М. : Энергия, 1973. – 296 с.
 7. Бродянский, В. М. Эксергетический метод и его приложения / В. М. Бродянский, В. Фратшер, К. Михалек. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 288 с.
 8. Шаргут, Я. Эксергия / Я. Шаргут, Р. Петела. – М. : Энергия, 1968. – 273 с.
 9. Сорин, М. В. Методика однозначного определения эксергетического КПД технических систем преобразования энергии и вещества / М. В. Сорин, В. М. Бродянский // Изв. вузов. Энергетика. – 1985. – № 3. – С. 78–88.
 10. Kriese, S. Exergie in der Kraftwerkstechnik. Leistungskraftwerke-Dampfkraftwerke-Gasturbinen-Warme-Kraft-Kopplung / S. Kriese. – Essen : Vulkan. – 1971. – 148 с.
 11. Mujanovic, R. Bila s parnog bloka po drugom zakonu termodinamike / R. Mujanovic // Termotechnika. – 1977. – N 3. – P. 56–67.
 12. Pruschek, R. Exergetische Analyse eines Kernkraftwerke / R. Pruschek // BWK. – 1970. – N 1. – P. 6–70.
 13. Siegel, K. Exergieanalyse heterogenen Leistungsreaktoren / K. Siegel // BWK. – 1970. – N 9. – P. 434–440.

УДК 621.3.018.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

В. М. Шакин, А. О. Добродей

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Рассмотрены разработанные авторами научно-технические решения по моделированию перенапряжений в электрических сетях. Поставленную задачу предполагается решать при помощи ЭВМ с использованием программного пакета NI Multisim 14.0 [1].

Моделирование в электроэнергетике позволяет заменить сложные, а иногда и невозможные эксперименты на реальных объектах экспериментированием на их моделях.

Для исследования перенапряжений в электрических сетях необходимо провести ряд экспериментов, чтобы получить данные о перенапряжениях, которые могут возникнуть в исследуемой сети, а также опробовать различные методы предупреждения и подавления возникающих перенапряжений.

Ключевые слова: моделирование в электроэнергетике, исследования перенапряжений в электрических сетях, программный пакет NI Multisim 14.0.

MODELING OF OVERVOLTAGES IN POWER DISTRIBUTION NETWORKS

V. M. Shakin, A. O. Dobrodey

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

In the paper the scientific and technical solutions developed by the authors of modeling overvoltages in electric networks are considered. It is assumed to solve this problem by computer using the software package NI Multisim 14.0 [1].