



УДК 621.311.2(476.2)

РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ГОМЕЛЬСКОЙ ТЭЦ-2 С ОПТИМИЗАЦИЕЙ ЕГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ВВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

А.В. Яроцкая

DEVELOPMENT OF RATIONAL MODES OF OPERATION OF THE EQUIPMENT OF THE GOMEL TPP-2 WITH OPTIMIZATION OF ITS FUNCTIONING IN THE CONDITIONS OF COMMISSIONING OF THE BELARUSIAN NPP

A.V. Yarotskaya

Аннотация. С каждым годом актуальность энергосбережения возрастает, что требует поиска новых технологий при одновременном повышении эффективности использования существующих. Гомельская ТЭЦ-2 (теплоэлектроцентраль) также требует комплексного подхода в вопросах повышения энергоэффективности работы. В данной публикации приведен тщательный и детальный анализ энергосберегающей деятельности филиала «Гомельская ТЭЦ-2» РУП «Гомельэнерго» и разработка мероприятий по повышению эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и обеспечению их экономии.

Ключевые слова: энергосистема; баланс мощностей; энергосберегающие мероприятия; автоматизация процесса; электрокотел; выбросы в атмосферу.

Abstract. Every year the relevance of energy saving increases, which requires the search for new technologies while increasing the efficiency of existing ones. Gomel TPP-2 (thermal power plant) also requires a comprehensive approach to improving the energy efficiency of work. This publication provides a thorough and detailed analysis of the energy-saving activities of the Gomel TPP-2 branch of RUE Gomelenergo and the development of measures to improve the efficiency of the use of fuel and energy resources and ensure their savings.

Key words: power system; power balance; energy-saving measures; process automation; electric boiler; emissions into the atmosphere.

Введение

В настоящее время в Белорусской энергосистеме имеет место проблема с обеспечением баланса мощностей в ночные часы, что связано с большой долей мощности ТЭЦ и приводит к необходимости их разгрузки. В перспективе, при ожидаемом вводе в эксплуатацию двух крупных энергоблоков АЭС (атомная электростанция), эта проблема существенно обострится [1].

В ближайшем будущем более 40 % от общего объема электропотребления будут обеспечиваться за счет Белорусской АЭС. На ТЭЦ ляжет несвойственная для неё функция регулятора суточных графиков электрических нагрузок в больших масштабах. Без применения специальных мероприятий работа станции в традиционных условиях станет невозможна.

Гомельская ТЭЦ-2 является действующей электростанцией и обеспечивает тепловой и электрической энергией объекты юго-восточного региона Республики Беларусь и в частности промышленные предприятия. Производство электроэнергии на Гомельской ТЭЦ-2 в энергосистеме Республики Беларусь [2] составляет 7,38 %, тепловой энергии 4,33 %. Установленная мощность станции – 544 МВт, отпуск электроэнергии – 3100 млн.кВт·ч, отпуск теплоэнергии – 4840 тыс.Гкал.

После ввода Белорусской АЭС будет вырабатываться около 18,5 млрд.кВт·ч в год. Это порядка 40 % общего потребления электроэнергии в стране в нынешних условиях [3].

Очевидно, что после строительства АЭС белорусская энергосистема становится излишне профицитной. Поэтому предлагается – строительство электродкотлов в объединенную энергосистему для увеличения электропотребления энергосистемы в ночное время суток (с 23:00 до 6:00), т.е. на 7 часов в период минимальной электрической нагрузки энергосистемы. При этом в электродкотлах за счет потребленной электроэнергии производится подогрев сетевой воды тепловой сети.

На рис. 1 представлена диаграмма, отражающая время работы котлоагрегатов за год.

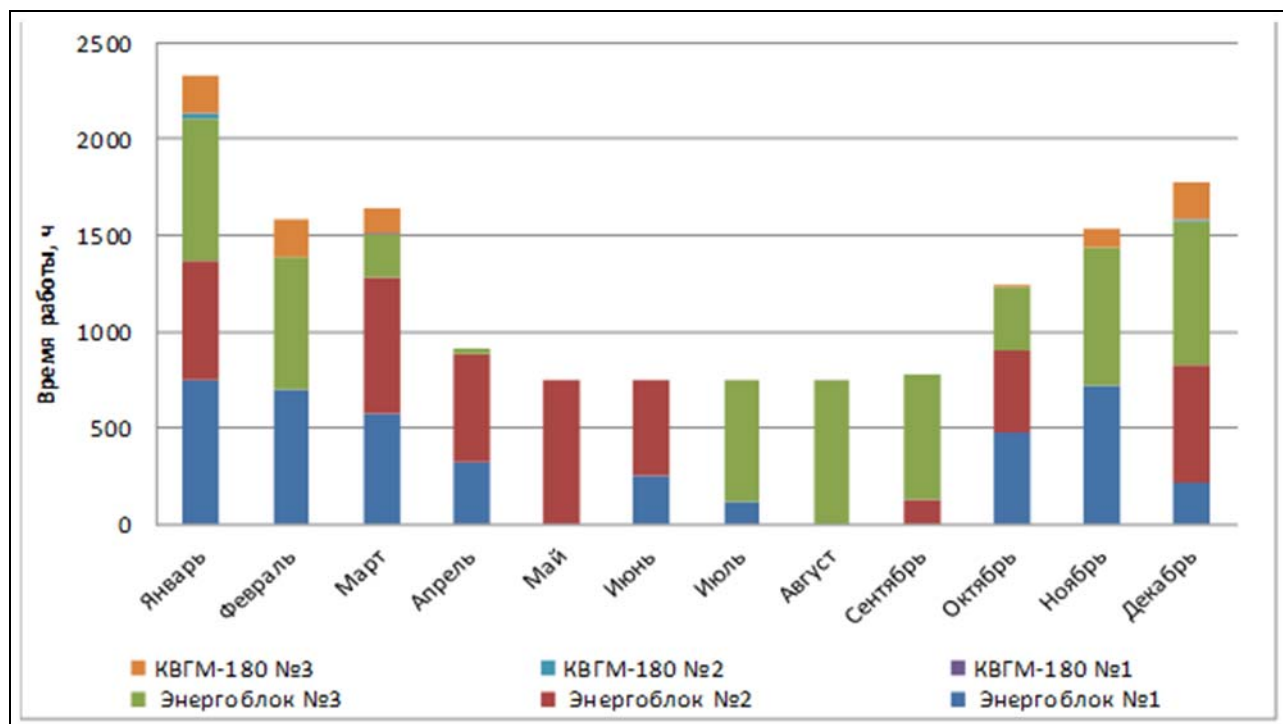


Рисунок 1 – Время работы котлов за год

Из рис. 1 видно, что в течение года в межотопительный период в эксплуатации находилось 1-2 энергоблока, а в отопительный – 2-3 энергоблока и 1 водогрейный котел. Из чего можно сделать вывод – в летний период потенциал станции не используется в полном объеме, что снижает эффективность её работы. После запуска Белорусской АЭС проблема станет более актуальна, и работа ТЭЦ будет находиться на техническом минимуме с ограничением выработки электроэнергии на тепловом потреблении.

В связи с этим предлагается вывести из работы водогрейные газо-мазутные котлы КВГМ-180, выработавшие свой ресурс, и установить электрические котлы, способные отбирать электрическую мощность теплофикационных турбоустановок в периоды спада потребления электроэнергии и обеспечивать потребителей тепловой энергией в периоды пиковых тепловых нагрузок.

Проанализировав данные о выработке тепловой энергии ТЭЦ с учётом вывода из работы котлов КВГМ-180 и эксплуатации уже установленных электродкотлов ZVP 2840, способных снижать отдаваемую в общую сеть электрическую мощность в ночное время на 20-22%, было установлено, что для наиболее эффективного использования оборудования необходимая дополнительная мощность устанавливаемых электродкотлов составит 60 МВт.

В связи с этим предлагается рассмотреть два варианта компоновки электрических котлов от разных производителей.

Первый вариант – установка трёх электродкотлов модели ЕТНН20Мi от производителя Elpraneteknik Sweden AB (Швеция) мощностью 20 МВт каждый, производительностью 17,2 Гкал/ч. Водогрейный электродкотел ЕТНН20Мi изготовлен под трехфазное подключение. Каждая фаза подключена к своему электроду. Ток проходит непосредственно через воду

между фазовым электродом и нулем. Мощность зависит от размера поверхности, которая может проводить ток между фазой и нулем. Изменяя активную площадь электродов с помощью регулирующих заслонок, можно регулировать мощность котла в пределах от минимальной нагрузки, составляющей 10-20 % от номинальной, до максимальной [4]. Максимально-возможный отпуск тепла потребителям при такой компоновке оборудования составит 51,6 Гкал/ч.

Второй вариант – установка двух электродкотлов модели Parat IEN30 от производителя PARAT (Норвегия) мощностью 30 МВт каждый, производительностью 25,8 Гкал/ч. Котел PARAT IEN30 состоит из наружного и внутреннего контейнера. Внутренний контейнер, в котором подвешены электроды, электрически изолирован от внешнего. Тепло генерируется омическим сопротивлением в воде между электродами. Вода и внутренний контейнер образуют изолированную нулевую точку в звездообразном соединении между электродами. Благодаря геометрии электрода поток тока настолько низок, что электроды не изнашиваются [5].

В результате расчётов было получено, что годовая экономия от замены газо-мазутных водогрейных котлов КВГМ-180 на электрические ЕТНН25Mi составит 2625,6 т у.т. или в денежном выражении 1386,9 тыс. руб. Результаты расчёта технико-экономического обоснования целесообразности внедрения данного мероприятия сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты технико-экономического обоснования замены газо-мазутных котлов на электрические

Наименование	Фирма-изготовитель оборудования	Модель	Кол-во, шт	Суммарная тепловая мощность, Гкал/ч (МВт)	Стоимость электродкотла, млн. долл.	Срок окупаемости, год
Водогрейный электродкотёл	Elpanneteknik Sweden AB (Швеция)	ЕТНН20 Mi	3	51,6 (60)	3,9	10
	PARAT (Норвегия)	Parat IEN30	2	51,6 (60)	3,0	7,7

В результате расчетов сроков окупаемости двух мероприятий было установлено – при эксплуатации оборудования шведского производства срок окупаемости мероприятия составит 10 лет, при эксплуатации электрических котлов от производителя PARAT (Норвегия) – 7,7 лет. И в том и в другом случае срок окупаемости не превышает 10 лет, что означает – реализация энергосберегающего мероприятия экономически целесообразна.

Предлагается установить электродкотел PARAT (Норвегия), так как он имеет мощность 30 МВт, и для достижения суммарной мощности 60 МВт необходимо установить 2 котлоагрегата, в отличие 3 котлов мощностью 20 МВт от шведской компании. Стоимость оборудования на 30% ниже, что обуславливает снижение срока окупаемости на 23%.

При замене газо-мазутных водогрейных котлов КВГМ-180 на электрические можно достичь снижения суммарного годового выброса загрязняющих веществ от ТЭЦ. Использование электрической энергии для преобразования её в тепло полностью исключает загрязнение атмосферы.

Нами произведен расчёт возможного снижения количества вредных выбросов от Гомельской ТЭЦ-2 при замене газо-мазутных котлов на электрические в соответствии с ТКП 17.08-01-2006 Изменение № 2 от 01.02.2019 «Охрана окружающей среды и

природопользование. Атмосферный воздух. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах».

Данные по выбросам вредных веществ в атмосферу за 2020-2021 году приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Данные по выбросам вредных веществ в атмосферу за 2020-2021 год

Наименование ингредиента	Ед. изм.	2020 год	2021 год	(+) увеличение (-) снижение
Твердые частицы,	т	1,240	2,719	+1,479
в том числе:				
– от сжигания топлива	т	0,912	2,425	+1,513
– от технологических процессов	т	0,328	0,294	-0,034
Диоксид серы,	т	33,188	275,096	+241,908
в том числе:				
• от сжигания топлива	т	33,18	275,09	+241,91
• от технологических процессов	т	0,008	0,0057	-0,0023
Оксид углерода,	т	240,975	266,883	+25,908
в том числе:				
• от сжигания топлива	т	240,905	266,87	+25,965
– от технологических процессов	т	0,07	0,0133	-0,0567
Диоксид азота,	т	522,006	443,248	-78,758
в том числе:				
– от сжигания топлива	т	521,860	443,24	-78,62
– от технологических процессов	т	0,146	0,0078	-0,1382
Оксид азота,	т	84,598	71,955	-12,643
в том числе:				
– от сжигания топлива	т	84,598	71,955	-12,643
– от технологических процессов	т			
Углеводороды	т	0,037	0,0332	-0,0038
Летучие органические соединения	т	1,142	0,838	-0,304
Диоксид углерода	тыс.т	1219,938	1117,184	-102,754

Из таблицы 2 видно, что в 2021 году Гомельской ТЭЦ-2 от сжигания углеводородного топлива было выброшено в атмосферу 266,883 т оксидов углерода и 71,955 т оксидов азота.

Расчетным путем установлено, что замена газо-мазутных водогрейных котлов на электрические позволит сократить выбросы оксидов азота на 7,3 т/год (10,1 %), оксидов углерода на 29,3 т/год (10,98 %).

Таким образом, реализация разработанных мероприятий по основным направлениям энергосбережения позволит получить экономию энергоресурсов в количестве 2625,6 т у.т./год, повысить надёжность и эффективность работы оборудования и снизить экологическую нагрузку на атмосферу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Регулирование генерации электроэнергии при повышении эффективности использования ТЭЦ [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <https://energy.bntu.by/jour/article/viewFile/233/228> (дата обращения: 01.03.2022).

2. Иванова О.А. ОАО «БЕЛЭЛЕКТРОМОНТАЖНАЛАДКА»; науч. рук. Н. Н. Сапун // Актуальные проблемы энергетики 2017 [Электронный ресурс]: материалы студенческой

научно-технической конференции / Белорусский национальный технический университет, Энергетический факультет; сост. И. Н. Прокопеня, Т. А. Петровская. Минск: БНТУ, 2018. С. 527-529.

3. Запуск второго энергоблока Белорусской АЭС [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <https://www.belta.by/economics/view/fizicheskij-pusk-vtorogo-energobloka-belaes-planiruetsja-osenjju-442142-2021/> (дата обращения: 01.03.2022).

4. Водогрейные котлы [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <https://elpanneteknik.com/products/hot-water-boilers/> (дата обращения: 01.03.2022).

5. Электроды водогрейные [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <https://www.parat.no/en/products/industry/parat-ieh-high-voltage-electrode-boiler/> (дата обращения: 01.03.2022).

REFERENCES

1. *Regulirovanie generacii elektroenergii pri povyshenii effektivnosti ispol'zovaniya TEC* [Regulation of electricity generation with an increase in the efficiency of the use of thermal power plants] [Electronic resource]. URL: <https://energy.bntu.by/jour/article/viewFile/233/228> (accessed: 01.03.2022).

2. Ivanova O.A. ОАО «BELELEKTROMONTAZHNALADKA»; nauch. ruk. N. N. Sapun. Aktual'nye problemy energetiki 2017 [Elektronnyj resurs]: materialy studencheskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii / Belorusskij nacional'nyj tekhnicheskij universitet, Energeticheskij fakul'tet; sost. I. N. Prokopenya, T. A. Petrovskaya. Minsk: BNTU, 2018, pp. 527-529.

3. *Zapusk vtorogo energobloka Belorusskoj AES* [Launch of the second power unit of the Belarusian NPP] [Electronic resource]. URL: <https://www.belta.by/economics/view/fizicheskij-pusk-vtorogo-energobloka-belaes-planiruetsja-osenjju-442142-2021/> (accessed: 01.03.2022).

4. *Vodogrejnnye kotly* [Hot water boilers] [Electronic resource]. URL: <https://elpanneteknik.com/products/hot-water-boilers> (accessed: 01.03.2022).

5. *Elektrokotly vodogrejnnye* [Hot water electric boilers] [Electronic resource]. URL: <https://www.parat.no/en/products/industry/parat-ieh-high-voltage-electrode-boiler> (accessed: 01.03.2022).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Яроцкая Анастасия Валерьевна

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, Беларусь, студент-магистрант по специальности «Строительство зданий и сооружений».

E-mail: yarotskaya.anastasia@gmail.com

Yarotskaya Anastasia Valeryevna

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus, undergraduate student in the specialty «Construction of buildings and structures».

E-mail: yarotskaya.anastasia@gmail.com