

УДК 621.165

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЛУКОМЛЬСКОЙ ГРЭС

RECONSTRUCTION OF THE HEAT SUPPLY SYSTEM LUKOMLSK GRES

А.Ю. Смык

Научный руководитель – С.А. Качан, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
kachah@bntu.by

A. Smyk

Supervisor – S. Kachan, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: Рассматривается комплекс мер по режимной интеграции Белорусской АЭС в баланс энергосистемы Республики Беларусь, в соответствии с чем на Лукомльской ГРЭС установлены водогрейные электрокотлы и бак-аккумулятор. Описаны технологическая схема и технические характеристики вновь установленного оборудования, а также режимы его использования.

Abstract: A set of measures for the regime integration of the Belarusian NPP in the balance of the energy system of the Republic of Belarus is considered, in accordance with which hot-water electric boilers and a storage tank are installed at the Lukoml SDPP. The technological scheme and technical characteristics of the newly installed equipment, as well as the modes of its use, are described.

Ключевые слова: система теплоснабжения, водогрейные электрокотлы, бак-аккумулятор, теплообменники.

Keywords: heat supply system, hot water electric boilers, storage tank, heat exchangers.

Введение

В результате ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС в период снижения потребления электрической энергии, даже с учетом снижения мощности существующих в энергосистеме конденсационных электростанций (КЭС) и теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) до технического минимума, в энергосистеме возникнет излишек электрической мощности. Для предотвращения перевода части КЭС и ТЭЦ в запроектный режим эксплуатации с ежесуточными пусками и остановами принято решение об увеличении электропотребления в период провала нагрузки в том числе за счет применения электрокотлов. При установке электрокотлов на них передается часть тепловой нагрузки паровых котлов, в результате чего снижается потребление органического топлива и отпуск электроэнергии в сеть на величину, потребляемую электрокотлами. Последнее компенсируется выработкой электроэнергии на АЭС.

Основная часть

С учетом указанного, в 2019 – 2020 годах произведены работы по реконструкции системы теплоснабжения Лукомльской ГРЭС [1, 2].

Первая очередь строительства предусматривала установку двух паровых котлов. Вторая очередь строительства – установку двух электрических котлов, а также системы аккумулирования теплоты.

Основное оборудование второй очереди реконструкции системы теплоснабжения:

- котел водогрейный электродный в котельной;
- подогреватель сетевой воды контура электродкотла;
- бак-аккумулятор;
- подогреватель сетевой воды контура бака-аккумулятор.

Установленная мощность электродкотлов – 2 х 40 МВт (около 68,8 Гкал/ч), минимальная нагрузка одного электродкотла – 8 МВт (около 6,8 Гкал/ч).

Основные технические характеристики водогрейного электродного котла ZETA ZVP 2840 (аналог) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики электродкотла ZETA ZVP 2840

Показатель, размерность	Значение
Мощность котла, МВт	40
Теплопроизводительность котла, Гкал/ч	34,4
Напряжение питания, кВ	10,0
Температура воды на входе в котел, °С	45 – 70
Температура воды на выходе из котла, °С	70 – 120
Диапазон регулирования мощности, %	10 – 100
Количество котлов	2

В комплект поставки каждого котла входит подогреватель сетевой воды (по одному на каждый котел), насосы замкнутых контуров (по два на каждый котел), установки поддержания давления и подпитки замкнутых контуров, соединяющие трубопроводы и арматура.

Оборудование представляет собой двухконтурную систему. Первый, замкнутый контур, связан с котлом, второй – с подогревом сетевой воды.

В первом контуре вода нагревается в котле. Насос данного контура обеспечивает циркуляцию воды между котлом и теплообменником. Бак запаса воды в установке поддержания давления поддерживает необходимый объем воды в первом контуре, в зависимости от соотношения холодной и горячей воды. Во втором контуре происходит нагрев сетевой воды в подогревателе сетевой воды, за счет тепловой энергии, произведенной электродкотлом.

Основные технические характеристики теплообменников – подогревателей сетевой воды контура электродкотла приведены в таблице 2.

Основные технические характеристики бака-аккумулятора:

- рабочий объем 4500 м³;
- максимальная температура воды в баке 95°С.

Основные технические характеристики подогревателей сетевой воды контура бака-аккумулятор приведены в таблице 3.

Таблица 2 – Аппарат теплообменный пластинчатый разборный, тип НН№121 «Ридан»

Параметр, размерность	Горячая сторона	Холодная сторона
Расход, т/ч	1125,62	487,04
Температура на входе, °С	145	70
Температура на выходе, °С	115	140
Перепад давления, кгс/см ²	0,49	0,12
Тепловая нагрузка, Гкал/ч	3 4,4	
Расчетное давление, кгс/см ²	1 6	
Расчетная температура, °С	1 50	
Количество подогревателей	2	

Таблица 3 – Аппарат теплообменный пластинчатый разборный, тип НН№100 «Ридан»

Параметр, размерность	Горячая сторона	Холодная сторона
Расход, т/ч	355,93	313,37
Температура на входе, °С	112,1	50
Температура на выходе, °С	70	98
Перепад давления, кгс/см ²	0,41	0,33
Тепловая нагрузка, Гкал/ч	1 5,06	
Расчетное давление, кгс/см ²	1 6	
Расчетная температура, °С	1 50	
Количество подогревателей	2	

В *отопительный период* использование электрокотлов предусматривается по следующей схеме.

В ночные часы (примерно с 23-00 до 6-00) происходит включение электрокотлов и работа бака-аккумулятора в режиме зарядки с одновременной разгрузкой паровых котлов и бойлеров энергоблоков ст. № 7, 8 на величину, равную тепловой мощности электрокотлов. При этом увеличивается потребление электрической мощности из энергосистемы на величину электрической мощности, расходуемой на электрокотлы.

В дневной период (примерно с 6-00 до 23-00) производится обратная операция: отключение электрокотлов, с работой бака-аккумулятора в режиме разрядки и нагружение паровых котлов и бойлеров энергоблоков ст. № 7, 8.

При ограничении максимальной нагрузки паровых котлов или увеличении отпуска пара (на мазутное хозяйство или пусковые операции), а также при аварийном останове одного парового котла, возможно включение в дневной период электрокотлов для уменьшения загрузки бойлеров.

В *межотопительный период* предусматривается отпуск теплоты с горячей водой только от одного электрокотла совместно с баком-аккумулятором, один из паровых котлов обеспечивает отпуск пара на мазутное хозяйство и другие собственные нужды.

Бак-аккумулятор предназначен для аккумуляции тепловой энергии в виде горячей воды в периоды избытка тепловой мощности ГРЭС при работе электрокотлов в ночной период (зарядка бака-аккумулятора) и выдачи накопленной тепловой энергии в дневной период, в том числе в периоды недостатка тепловой мощности ГРЭС (разрядка бака-аккумулятора). Максимальная температура воды в баке-аккумуляторе составляет 95°C.

Режимы зарядки и разрядки бака-аккумулятора должны происходить при неизменном уровне воды в баке.

Так, при зарядке бака-аккумулятора холодная вода контура берется из нижней части бака-аккумулятора (через нижнее распределительное устройство) и с помощью насосов по трубопроводу Ду 300 подается через теплообменники, где нагревается и направляется в верхнюю часть бака (через верхнее распределительное устройство).

При разрядке бака-аккумулятора горячая вода контура берется из верхней части бака-аккумулятора (через верхнее распределительное устройство) и с помощью насосов по трубопроводу Ду 300 подается на теплообменники, где охлаждается и направляется в нижнюю часть бака (через нижнее распределительное устройство).

Режим зарядки бака-аккумулятора в расчетном максимально-зимнем режиме (7 часов в ночное время):

- расход греющей среды 800 м³/ч;
- расход нагреваемой среды 650 м³/ч;
- диапазон температуры греющей среды 140/120°C;
- диапазон температуры нагреваемой среды 70/95°C.

Режим разрядки бака-аккумулятора в расчетном максимально-зимнем режиме (17 часов в дневное время):

- расход греющей среды 265 м³/ч;
- расход нагреваемой среды 800 м³/ч;
- диапазон температуры греющей среды 95/70°C;
- диапазон температуры нагреваемой среды 66/74°C.

Заключение

Как показывают технико-экономические расчеты [2], рассматриваемый проект не относится к энергосберегающим мероприятиям, однако позволяет

избежать работы ТЭЦ и КЭС в режимах ежесуточного пуска-останова и обеспечивает режимную интеграцию Белорусской АЭС.

Литература

1. Реконструкция системы теплоснабжения Лукомльской ГРЭС. Архитектурный проект. 702-ПЗ-АП15. Книга 3 Технологические решения // Министерство энергетики РБ. ГПО «Белэнерго». РУП «Белнипиэнергопром». – Мн. 2017.
2. Реконструкция системы теплоснабжения Лукомльской ГРЭС. Архитектурный проект. 702-ПЗ-АП15. Книга 13 Эффективность инвестиций // Министерство энергетики РБ. ГПО «Белэнерго». РУП «Белнипиэнергопром». – Мн. 2017.