

УДК 621.9.015

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОСОБЕННОСТИ
ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОКОТЛОВ МИНСКОЙ ТЭЦ-4
TECHNICAL CHARACTERISTICS AND OPERATING FEATURES
OF ELECTRIC BOILERS OF MINSK CHPP-4**

И.В. Шпомер, Т.Ю. Пожарицкий, С.Д. Крутиков
Научный руководитель – С.А. Качан, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
I. Shpomer, T. Pozharitsky, S. Krutsikau
Supervisor – S. Kachan, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: показаны предпосылки ввода электрокотлов на Минской ТЭЦ-4 с целью интеграции Белорусской АЭС в энергосистему Республики Беларусь. Приведена принципиальная схема электрокотельной водогрейной установки и описаны особенности ее эксплуатации. Перечислены требования к качеству воды электрокотлов.

Abstract: the prerequisites for commissioning electric boilers at Minsk CHPP-4 with the aim of integrating the Belarusian NPP into the energy system of the Republic of Belarus are shown. A schematic diagram of an electric boiler water heating installation is given and the features of its operation are described. The requirements for water quality of electric boilers are listed.

Ключевые слова: Минская ТЭЦ-4, электрокотлы, особенности эксплуатации, качество воды.

Keywords: Minsk CHPP-4, electric boilers, operating features, water quality.

Введение

С целью интеграции Белорусской АЭС в энергосистему Республики на ряде ТЭЦ Беларуси вводятся электрокотлы, которые предназначены для более глубокой разгрузки генерирующего оборудования в период спада потребления электрической энергии. Ввод электрокотлов на Минской ТЭЦ-4, крупнейшей отопительной ТЭЦ Беларуси, позволяет в ночные часы отопительного периода передавать на них тепловую нагрузку паровых турбин, разгружая последние ниже режима теплового графика. Это обеспечивает существенное снижение выдаваемой мощности от ТЭЦ на величину потребления электроэнергии электрокотлами и снижения теплофикационной выработки турбин. При этом в отопительный период возможна номинальная загрузка блоков Белорусской АЭС и работа маневренных конденсационных блоков энергосистемы без ежесуточных ночных остановов.

Основная часть

Объем реконструкции по установке электрокотлов на Минской ТЭЦ-4 следующий.

Во временном торце турбинного отделения ТЭЦ установлены 4 водогрейных электродных котла ZVP-2840 (таблица 1) суммарной мощностью

160 МВт [1]. Совместно с электродкотлами установлено следующее оборудование [1]:

- 8 насосов замкнутого контура;
- 4 подогревателя сетевой воды;
- 4 автоматические установки поддержания давления и подпитки замкнутого контура;
- 1 установки подготовки добавочной воды;
- таль грузоподъемностью 2 т.

Таблица 1 – Технические характеристики котла ZVP-2840 [1]

Показатели	Единица измерения	Величины
Максимальная тепловая производительность	МВт	40
Минимальная тепловая производительность	МВт	4
Напряжение питания	кВ	11
Расчетная температура теплоносителя до	°С	135
Расчетное давление до	МПа	0,6
Водяной объем	м ³	21
Температура теплоносителя на входе в котел	°С	90
Температура теплоносителя на выходе из котла	°С	120
Расход теплоносителя через котел	1200 м ³ /ч	1200
Рабочее давление	МПа	0,25

Установка построена по двухконтурной схеме (рисунок 1) [2].

Первичный контур – это электродкотёл, автоматическая установка поддержания давления, теплообменник пластинчатый со стороны греющей воды котла и группа циркуляционных насосов. Вторичный контур – это теплообменник пластинчатый со стороны нагреваемой сетевой воды.

Заполнение и подпитка первичного контура происходит водой из коллектора химобессоленной воды.

В первичном контуре вода нагревается в электродкотле. Вода в котёл подаётся под давлением, благодаря чему, становится возможным нагрев ее до температуры, превышающей температуру кипения при нормальных условиях. Рабочая температура в котле может достигать 135°С.

Установленный в системе расширительный бак предназначен для компенсации увеличения объёма воды в первичном контуре при изменении её температуры в зависимости от режима работы.

Насос электродкотла (СНЭК) обеспечивает циркуляцию теплоносителя замкнутого (первичного) контура между котлом и теплообменником. В контуре устанавливаются два насоса электродкотла. Один из насосов находится в работе, в то время как другой находится в резерве. При остановке эксплуатируемого насоса второй насос из резерва запускается автоматически (АВР).

Давление в системе поддерживается автоматически, устройством поддержания давления (УПД). Установка поддержания давления Variomat Giga в автоматическом режиме выполняет подпитку котла, поддержание давления в системе электродкотла и деаэрацию воды.

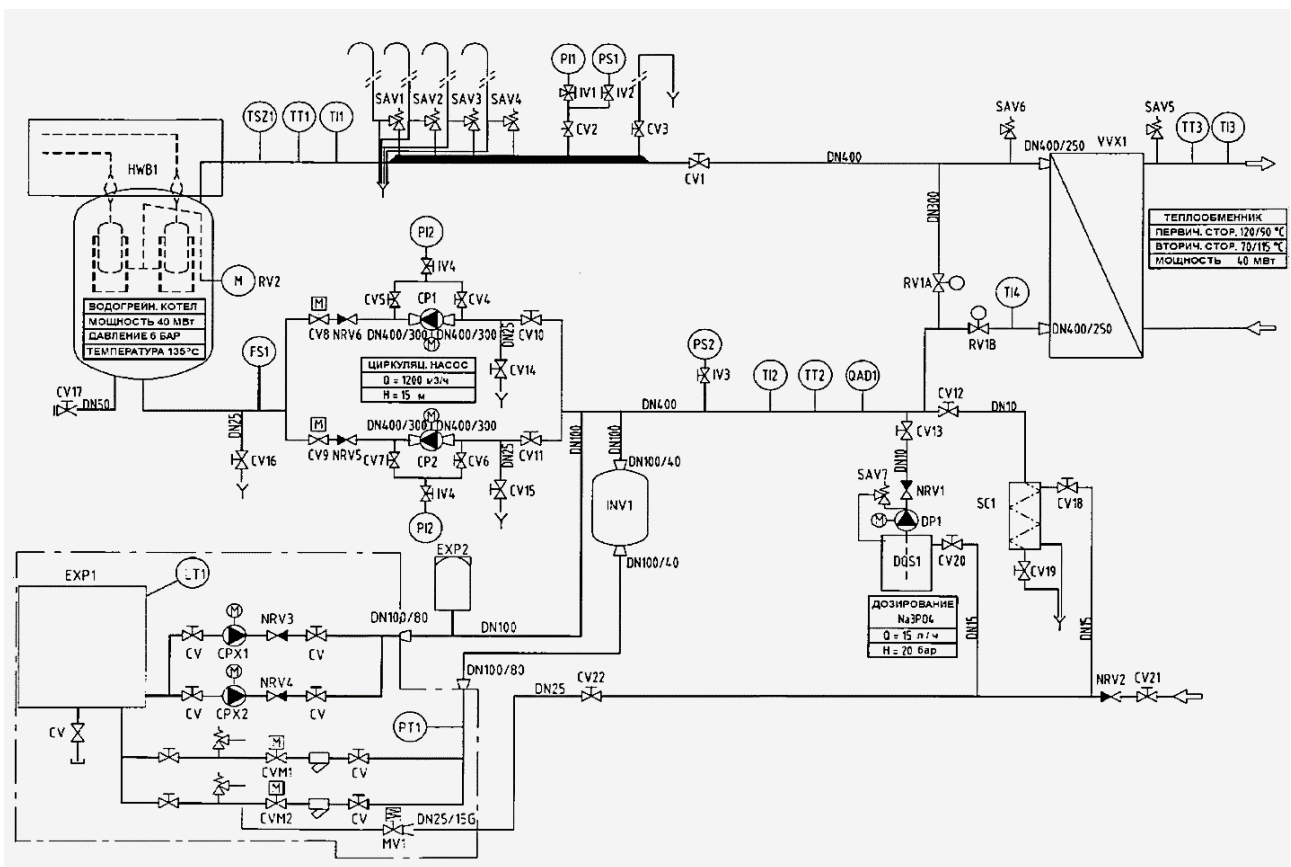


Рисунок 1 – Принципиальная схема электродогрейной водогрейной установки [2]

Установка состоит из блока управления, основного резервуара, промежуточного и дополнительного резервуаров. В основном и дополнительном резервуарах установлены мембраны, которые делят резервуар на воздушную и водяную ёмкости и не допускают попадания воздуха в контур котла.

Основной резервуар предназначен для регулирования давления, подпитки котла в процессе работы и деаэрации воды контура котла. Дополнительный резервуар служит для поддержания постоянного заданного давления. Промежуточный резервуар является приёмной буферной ёмкостью.

При нагреве воды происходит повышение давления. Для поддержания заданного давления в котле часть воды из котла через перепускное устройство поступает в УПД и давление в контуре котла снижается. При снижении температуры воды, давление падает и тогда через расширительную линию установка Variomat Giga возвращает воду в контур котла.

Деаэрация воды контура котла в установке происходит следующим образом: газонасыщенный поток воды контура проходит через основной резервуар и за счёт разницы между атмосферным давлением в воздушной камере основного резервуара и давлением воды котла происходит выделение в виде пузырьков свободных газов и удаление их через автоматический воздушник.

Процесс поддержания заданного давления, деаэрации и подпитки осуществляются в автоматическом режиме блоком управления установки Variomat Giga.

Качество теплоносителя первичного контура оказывает значительное влияние на обеспечение безопасной и эффективной эксплуатации котла в

течение всего длительного срока службы, так как её химический состав (в особенности электропроводность) существенно влияет на производительность котла [2].

Для того чтобы провести необходимый ток, обеспечивающий нагрев до определённой температуры, нагреваемая вода первичного контура должна иметь определенное количество ионов, а именно, вода должна характеризоваться определённой величиной солесодержания, косвенным показателем которой является электропроводность. При этом ионы должны быть такими, которые не вызывают образование коррозии и накипи.

Обессоленная вода, для примера имеет низкое солесодержание и, соответственно, характеризуются низкой электропроводностью (менее 0,2 мкСм/см), и электрический ток она проводит очень плохо.

Содержащиеся в сырой воде ионы кальция (*Ca*) и магния (*Mg*) при повышенном давлении и температуре образуют на поверхностях электродов в котле твёрдые, трудноудаляемые отложения – накипь, которая плохо проводит электрический ток, что вызывает снижение производительности электродвигателя, поэтому электродвигатель должен заполняться водой, не содержащей ионов жесткости.

Присутствие в воде кислорода и угольной кислоты нежелательно, так как приводит к протеканию процесса коррозии. Для удаления растворённого кислорода и угольной кислоты воду необходимо подвергать термической деаэрации.

На Минской ТЭЦ-4 с целью создания определённой величины электропроводности питательной воды котлов, а также для повышения значения рН питательной воды в первичный контур электродвигателя осуществляется дозирование водного раствора тринатрийфосфата (Na_3PO_4) до достижения определённого уровня электропроводности. Как правило, рН в пределах 8,3–9,5 является надёжно коррозионно-безопасным по угольной кислоте, так как угольная кислота в этом случае находится в связанном состоянии.

Дозирование может происходить как в ручном, так и автоматическом режиме. Для возможности автоматического дозирования раствора тринатрийфосфата в трубопровод замкнутого контура за теплообменником установлен кондуктометр серии Valmet 3100 с датчиком. Для периодического контроля качества воды первого контура предусмотрена пробоотборная точка с холодильником.

Заключение

В заключение отметим, что водогрейные электродные котлы имеют высокую эффективность, что способствует экономии электроэнергии и воды; электродвигатели могут регулировать выходную мощность. Однако, как отмечено выше, для успешной эксплуатации необходимо учитывать местные условия и требования, а также следовать рекомендациям производителей.

Литература

1. Минская ТЭЦ-4. Установка водогрейных электродвигателей с целью отпуска тепла в период глубокой разгрузки турбин после ввода Белорусской

АЭС. Архитектурный проект. 326-ПЗ-АП6. Книга 11. Эффективность инвестиций // ГПО «Белэнерго», РУП «Белнипиэнергопром». – Минск, 2016.

2. Инструкция по ведению воднохимического режима и эксплуатации установки дозирования тринатрийфосфата электродкотлов типа ZVP 2840 СТ.№ 1, № 2, № 3, № 4 Минской ТЭЦ-4 // ОАО «Белэнергоремналадка». – Минск, 2020.