

УДК 621.311.11

**СИСТЕМЫ АККУМУЛЯЦИИ ТЕПЛА В ЭНЕРГЕТИКЕ БЕЛАРУСИ
HEAT ACCUMULATION IN THE ENERGY SECTOR OF BELARUS**

А.А. Кожух, М.Ю. Нагорнюк

Научный руководитель – С.А. Качан, к.т.н., доцент

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

А. Kozhykh, M. Nagornyuk

Supervisor – S. Kachan, Candidate of Technical Sciences, Docent

Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: описаны аккумулирующие установки, позволяющие обеспечивать более равномерную загрузку энергогенерирующего оборудования электростанций. Рассмотрены три варианта включения баков-аккумуляторов в тепловую схему энергообъектов. Показаны преимущества и недостатки схем.

Abstract: storage installations are described that allow for more uniform loading of power generating equipment at power plants. Three options for including storage tanks in the thermal circuit of power facilities are considered. The advantages and disadvantages of the schemes are shown.

Ключевые слова: электрокотлы, аккумуляция теплоты, схемы включения баков-аккумуляторов.

Keywords: electric boilers, heat accumulation, methods of connecting of storage tanks.

Введение

Одним из мероприятий по интеграции Белорусской АЭС в энергосистему нашей страны является ввод электрокотлов общей установленной мощностью порядка 1150 МВт (в том числе порядка 950 МВт на объектах энергетической отрасли – на котельных и электростанциях ГПО «Белэнерго») [1]. При прохождении ночного минимума нагрузок это позволяет исключить необходимость останова в резерв генерирующего оборудования (в том числе и теплофикационного) за счёт потребления части вырабатываемой электроэнергии на нагрев сетевой воды.

При данном способе разгрузке турбоагрегатов в ночное время появляется большой избыток тепловой энергии, для использования которого принято решение использовать установки аккумуляции тепла, которые накапливают избыток тепловой энергии в ночное время, а во время её недостатка – отдают потребителям.

Основная часть

Использование аккумулирующих установок позволяет обеспечить более равномерную загрузку генерирующего оборудования станций и тем самым повысить их надежность и экономичность. Кроме того, благодаря увеличению мощности в момент прохождения пиков нагрузки снижается необходимость установки специальных пиковых мощностей.

Установка аккумуляции тепла предназначена для запаса тепловой энергии в виде горячей воды в периоды избытка тепловой мощности теплоисточника (зарядка бака-аккумулятора) и выдачи тепловой энергии – в периоды недостатка

тепловой мощности теплоисточника (разрядка бака-аккумулятора). Система аккумуляции тепла состоит из следующих основных элементов:

- бак-аккумулятор;
- насосы горячей воды (электродвигатели оснащены ЧРЭП);
- насосы холодной воды (электродвигатели оснащены ЧРЭП);
- установка по генерации азота;
- запорная, регулирующая, предохранительная арматура;
- приборы КИПиА.

Типы аккумуляторов горячей воды:

- атмосферные баки аккумуляторы, используются для аккумуляции горячей воды с температурой не выше 100°C (обычно 95°C), такие баки используют для включения в схему отпуска тепла от ТЭЦ;
- баки аккумуляторы под давлением, изготавливаемые, как правило, из напряженного железобетона.

К числу наиболее важных технико-экономических показателей таких установок следует отнести:

- сравнительно невысокие удельные капиталовложения в дополнительную мощность;
- возможность получения высокотехнологичного цикла регулирования мощности (теоретическое отношение дополнительно вырабатываемой электроэнергии при разряде аккумулятора невырабатываемой электроэнергии при зарядке может быть 0,8–0,85);
- возможность получения высокоманевренных характеристик, что обусловлено минимальными температурными изменениями в оборудовании и трубопроводах при изменении мощности, а также несложными и кратковременными операциями при изменении мощности, такими, как пуск-останов насосов, открытие-закрытие задвижек и т.п..

Рассмотрим три варианта включения баков-аккумуляторов в тепловую схему энергообъекта [2]:

- схема аккумуляции тепла с двумя баками запаса холодной и горячей воды;
- схема аккумуляции тепла с одним баком-аккумулятором (подключенным непосредственно к теплосетям);
- схема аккумуляции тепла с одним баком-аккумулятором (подключенным к теплосетям через разделительный теплообменник).

Схема аккумуляции тепла с двумя баками холодной и горячей воды отличается наличием двух баков-аккумуляторов – холодной и горячей воды (рисунок 1). Принцип её работы заключается в следующем. Во время суточного провала потребления электроэнергии, когда необходима разгрузка турбин, вода из бака холодной воды подаётся в трубопровод обратной сетевой воды, а из трубопровода прямой сетевой воды осуществляется отбор в бак горячей воды. Таким образом происходят зарядка системы аккумуляции, а также снижение выдаваемой электрической мощности, если подогрев осуществляется в электродвигателе.

Когда в энергосистеме дефицит тепловой энергии – происходит разрядка бака горячей воды в тепловую сеть, а зарядка бака холодной воды осуществляется из обратного трубопровода сетевой воды. В данном случае снижается нагрузка на сетевой подогреватель, что влечёт снижение расхода пара в отборы и, как следствие, увеличение электрической мощности турбины.

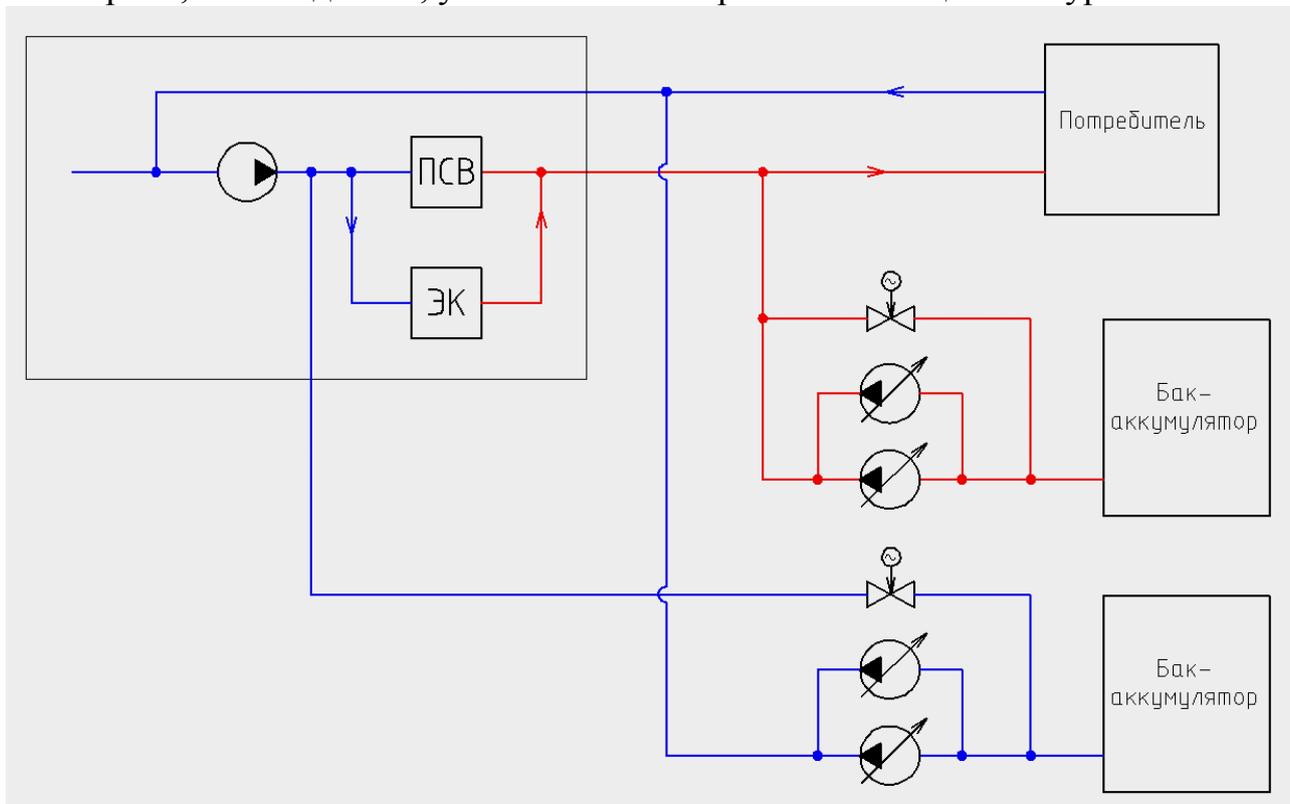


Рисунок 1 – Схема реализации установки аккумуляции тепла с двумя баками-аккумуляторами [2]

Преимущества схемы:

- простота конструкции баков;
- отсутствие необходимости в специальных диффузорах.

Недостатки схемы:

- наличие двух баков аккумуляторов, что влечёт удорожание конструкции, усложнение схемы и увеличение объёмов строительно-монтажных работ;
- наличие как минимум четырёх насосов и, как следствие, – удорожание конструкции;
- большое потребление электроэнергии на собственные нужды установки;
- взаимное влияние гидравлики контура тепловой сети и баков-аккумуляторов друг на друга.

В схеме аккумуляции тепла с одним баком-аккумулятором (подключенным непосредственно к теплосетям) горячая и холодная вода одновременно хранятся в единственном баке-аккумуляторе (рисунок 2).

Принцип работы схемы: для зарядки бака-аккумулятора горячая вода отбирается из тепловой сети и подаётся в верхнее распределительное устройство – диффузор. Оно обеспечивает равномерное распределение горячей воды по сечению бака. Одновременно с этим из нижней части бака через аналогичный

диффузор откачивается холодная вода, а затем подается в обратный трубопровод сетевой воды. Разрядка бака-аккумулятора производится в обратном порядке.

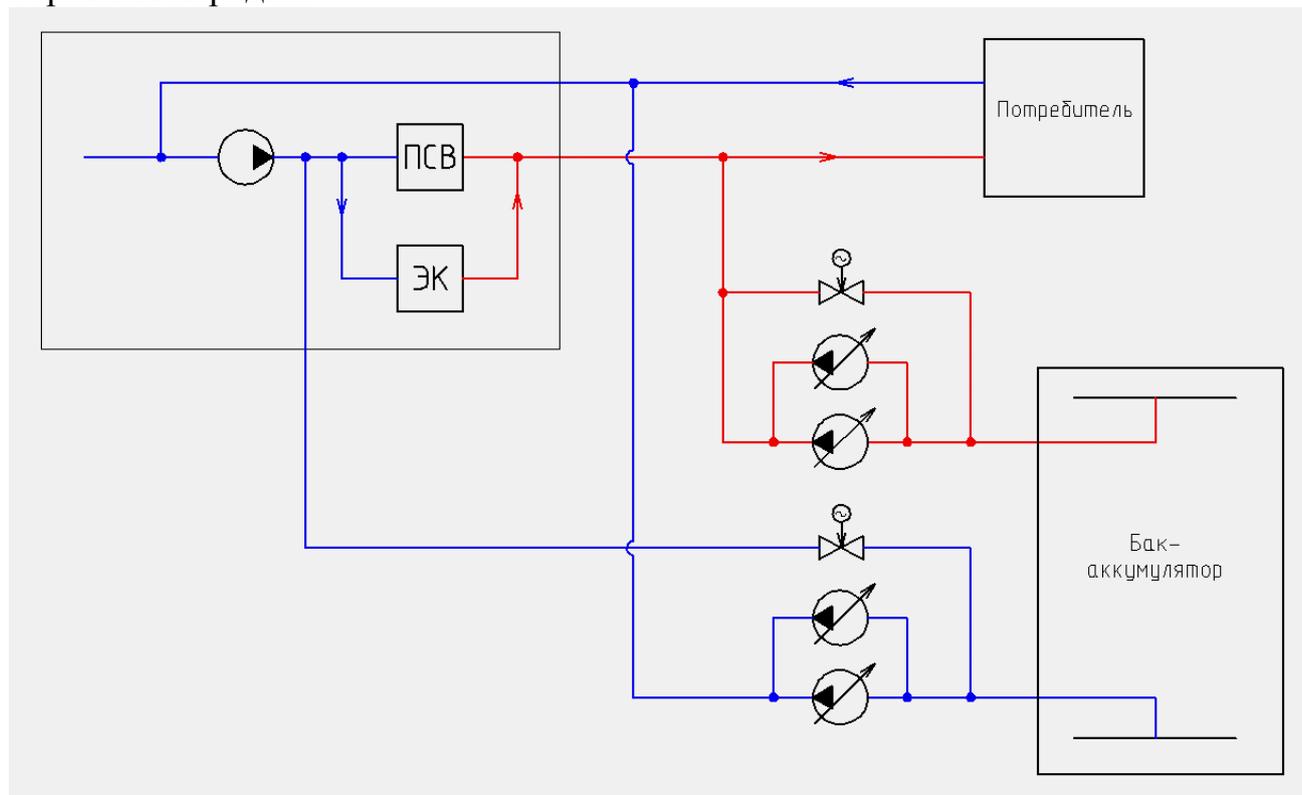


Рисунок 2 – Схема реализации установки аккумуляции тепла с одним баком-аккумулятором [2]

Преимущества схемы:

- наличие только одного бака-аккумулятора – снижение стоимости установки и уменьшение объёма строительного-монтажных работ;
- компактность установки.

Недостатки схемы:

- усложнение и удорожание конструкции бака-аккумулятора за счёт наличия дополнительных устройств – диффузоров;
- наличие неиспользуемой зоны рабочего объёма бака (переходная зона между горячей и холодной средой);
- взаимное влияние гидравлики контура тепловой сети и баков-аккумуляторов друг на друга.

Основным отличием схемы аккумуляции тепла с одним баком-аккумулятором и разделительным теплообменником от предыдущей является наличие разделительного теплообменника, который обеспечивает гидравлическую независимость контуров теплосети и бака-аккумулятора (рисунок 3).

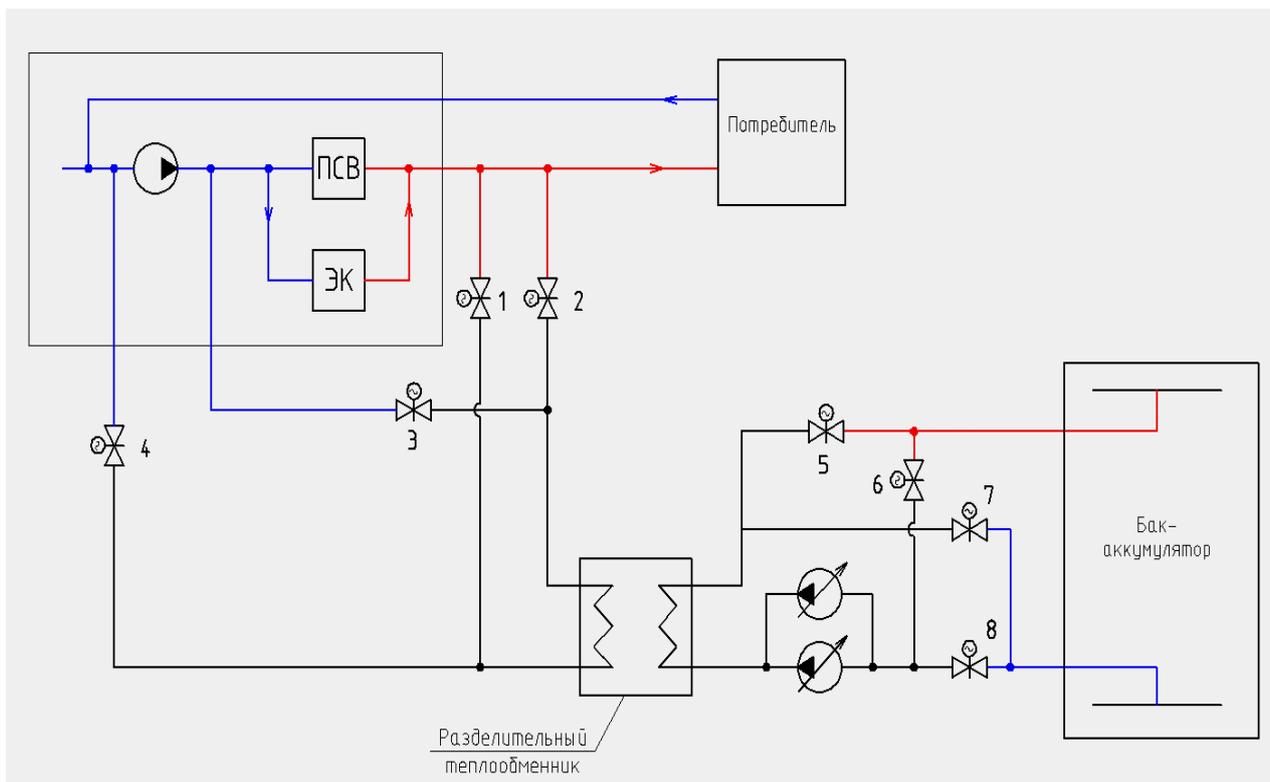


Рисунок 3 – Схема реализации установки аккумуляции тепла с одним баком-аккумулятором и разделительным теплообменником [2]

Принцип зарядки и разрядки бака-аккумулятора аналогичен предыдущей схеме, однако происходит усложнение схемы и увеличение количества арматуры.

Для зарядки бака необходимо перекрыть арматуру 1, 3, 6 и 7. Тогда вода в контуре бака-аккумулятора откачивается из его нижней части, подогревается в теплообменнике и закачивается в верхнюю часть бака. Греющей средой в данном случае является сетевая вода, отбираемая из трубопровода прямой сетевой воды. После теплообменника она подаётся в трубопровод обратной сетевой воды.

Для разрядки необходимо перекрыть арматуру 2, 4, 5 и 8. В данном случае греющей средой является вода, откачиваемая из верхней части бака-аккумулятора.

Применение такой схемы одновременно позволяет сократить количество необходимых насосов, что благоприятно сказывается на экономичности установки.

Преимущества схемы:

- наличие разделительного теплообменника обеспечивает гидравлическую независимость контура бака-аккумулятора и теплосети, а также позволяет поддерживать высокое качество воды;
- наличие только одного бака-аккумулятора даёт снижение стоимости установки и уменьшение объёма строительно-монтажных работ;
- два насоса небольшой мощности вместо четырёх существенно снижают потребление электроэнергии на собственные нужды;

Недостатки схемы:

- сложность схемы (реализация переключений запорной арматуры при

- зарядке/разрядке);
- наличие разделительного теплообменника вызывает появление температурного напора, что влечёт за собой увеличение объёма бака-аккумулятора на 20–25 %.

Заключение

Из рассмотренных схем реализации установок аккумуляции тепла наиболее предпочтительной является третья схема – с одним баком аккумулятором и разделительным теплообменником. Благодаря наличию только двух насосов обеспечивается высокая экономичность установки, а наличие разделительного теплообменника создаёт независимость контуров теплосети и бака-аккумулятора. Также он позволяет поддерживать высокое качество воды в контуре и продлевает срок службы основного оборудования.

Литература

1. Трутаев, В.И. Применение электродкотлов на ТЭЦ как эффективный способ получения маневренной электрической мощности в энергосистеме Беларуси с вводом АЭС / В.И. Трутаев, В.М. Сыропуцинский // Энергетическая стратегия. – 2010. – № 4(16). – С. 19–24.
2. Таращук, К.А. Внедрение установок аккумуляции тепла в энергосистему Республики Беларусь / К.А. Таращук, Е.М. Пархомчик [Электронный ресурс] // РУП «Белнипиэнергопром». – Молодежная научно-практическая конференция специалистов-энергетиков 2018. – Режим доступа: <https://yandex.by/video/preview/13968948610849090488>. – Дата доступа: 24.09.2023.