

УДК 697.343

**СХЕМЫ АККУМУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ
SCHEMES OF HEAT ACCUMULATION IN HEAT NETWORKS**

Д.А. Степанов, А.В. Рабченя

Научный руководитель – Л.А. Тарасевич, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
leo07@tut.by

D. Stepanov, A. Rabchenya

Supervisor – L. Tarasevich, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** в данной статье рассматриваются схемы аккумулирования тепла в тепловых сетях их различные варианты, преимущества и недостатки каждой из них.*

***Abstract:** this article discusses the schemes of heat storage in heating networks, their various options, advantages and disadvantages of each of them.*

***Ключевые слова:** тепловые сети, сетевая вода, электрическая мощность турбины, системы теплоснабжения, тепломагистраль, теплоаккумулирующая способность.*

***Keywords:** heating networks, mains water, electric turbine power, heat supply systems, heating main, heat storage capacity.*

Введение

В системах теплоснабжения разработаны различные модификации схем использования аккумулирующей способности теплопроводов различных категорий. Тепловые сети по своему назначению многообразны и отличаются друг от друга неоднозначно. Накопление тепловой энергии в магистральных, распределительных и магистральных сетях может влиять на режим работы энергообъектов и потребителей. При этом аккумуляция теплоты во всех видах теплопровода неодинакова и влияет на нормальное функционирование системы теплоснабжения. Разработанные схемы взаимодействия тепловых электростанций и пиковых котельных обеспечивают независимые гидравлические режимы работы магистральной и распределительной тепловых систем [1].

Основная часть

В условиях эксплуатации существующих систем централизованного теплоснабжения используется дополнительный подогрев воды в обратном трубопроводе. Снижение тепловой нагрузки обычно происходит ночью, при этом температура воды в обратном трубопроводе повышается, т.е. происходит накопление тепла, несмотря на то, что расход сетевой воды остается постоянным. Регулируя время передачи воды от потребителя к водоисточнику вовремя утреннего максимума нагрузки, можно увеличить электрическую мощность турбины и эксплуатировать ТЭЦ в конденсационном режиме или уменьшить тепловую мощность котла, в зависимости от условий теплоснабжения.

Для анализа различных режимов работы систем теплоснабжения, особенно базовых источников тепла, отопительный сезон можно разделить на два периода [2]. Первый период, при котором происходит накопление тепла в транзитных трубопроводах из-за возможного повышения температуры сетевой воды в транзитных трубопроводах от базового источника тепла. Данный период находится в следующем интервале температур наружного воздуха $+8^{\circ}\text{C}-t''''$. Второй период с диапазоном внешних температур $t''''-t_{\text{HO}}^{\text{P}}$, при котором происходит недогрев воды в базовом тепловом источнике, компенсируемый на пиковом тепловом источнике. Во втором периоде регулируемый диапазон работы базового источника на различных режимах будет определяться наличием достаточной свободной тепловой мощности в пиковом источнике, достаточной чтобы скомпенсировать недогрев воды в базовом источнике. Периоды отопительного сезона зависят от следующих параметров: температурный график отпуска тепловой энергии базовым источником, расчетной условной $t_{1\text{p}}^{\text{YCL}}$ и действительной $t_{1\text{p}}^{\text{D}}$ температуры для системы отопления здания, расчетная температура воздуха в помещении t_{HO}^{P} для систем обогрева. Чаще всего длительность первого периода больше, чем 2-го. Нагрузка на базовый источник увеличивается при понижении температуры воздуха, что приводит к перегреву воды и накоплению теплоты.

Однако технические ограничения, связанные с температурой воды, являются одним из главных недостатков схем аккумулирования тепла, предусматривающих повышение температуры подаваемой воды. Несмотря на это схемы с накоплением тепла в обратной сетевой воде, имеют некоторые преимущества. Дополнительный поток воды в подающем трубопроводе обеспечивается водой, поступающей от ТЭЦ через перемычку насоса смешения, расположенной подающими и обратными трубопроводами между, что позволяет накапливать тепло в обратном трубопроводе. В зоне теплоснабжения находится оборудование, позволяющее покрыть пиковую тепловую нагрузку.

Одноцикловый характер систем, накапливающих энергию только в подающем или обратном трубопроводе и есть главный недостаток данных схем. Потому что аккумулирование теплоты происходит только при однократном прохождении теплоносителя по магистралям. Из-за чего потенциальная способность тепловых потоков полностью не используется. Для систем с качественным регулированием отпуска теплоты, возникают некоторые сложности, связанные с необходимостью использования аккумулирующей способностью зданий.

В связи с чем более предпочитаемыми являются схемы с многократной (многоцикловой) зарядкой тепловой сети с использованием аккумулирующей способности подающей и обратной тепломагистралей ТЭЦ. При этом в системах теплоснабжения с удаленными ТЭЦ наиболее выгодно использовать транзитные трубопроводы для накопления теплоты в контуре, которые разъединены с системами внутриквартальных трубопроводов. Одна из возможных схем такого аккумулирования теплоты в транзитных подающем и обратном трубопроводах приведена на рисунке 1.

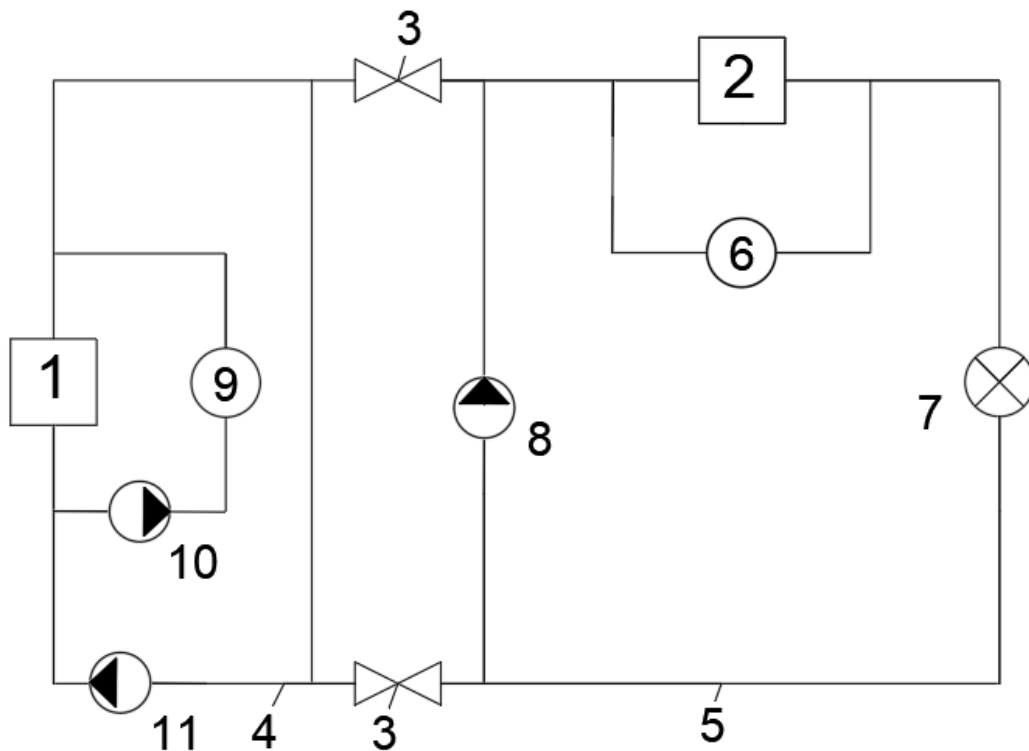


Рисунок 1 – Схема аккумулирования теплоты транзитных тепломагистралей системы дальнего теплоснабжения [1]:

- 1 – основной источник теплоты; 2 – пиковый источник; 3 – задвижки; 4 – первый (транзитный) контур; 5 – второй контур теплосетей; 6 – электроподогреватель; 7 – теплопотребитель; 8, 10 – насосы режима аккумулирования и разрядки; 9 – аккумуляционный водонагреватель; 11 – сетевой насос

Суточный график электропотребления имеет пики и провалы нагрузки. Провалы происходят, как правило в ночное время. В этом случае сетевую воду, направленную потребителю от базового источника 1 и источника, предназначенного для покрытия пиковых нагрузок 2 не включают, после чего схему делят на 2 части (первый 4 и второй 5 контур) путем закрытия задвижек 3. Электроводонагреватель 6 подогревает воду, циркулирующую во 2-м контуре 5 за счет напора насоса 8, тем самым поддерживая тепловую нагрузку потребителя 7. Водонагреватель, накапливающий энергию 9 нагревает теплоноситель (воду), циркулирующий в 1-м контуре 4 за счет напора насоса 10, до заданной температуры, обеспечивая аккумулирование теплоты в этом контуре. С окончанием провала электропотребления происходит открытие задвижек 3, прекращают работу водонагреватели 6 и 9, а базовый 1 и пиковый 2 источники не используются для подогрева до того момента, пока температура сетевой воды первом контуре (период разрядки) не станет равной значению температуры в сети, которая была к началу разъединения системы (началу периода зарядки). После окончания разрядки источники 1 и 2 возобновляют свою работу.

Возможен более простой вариант рассмотренной схемы (рисунок 2).

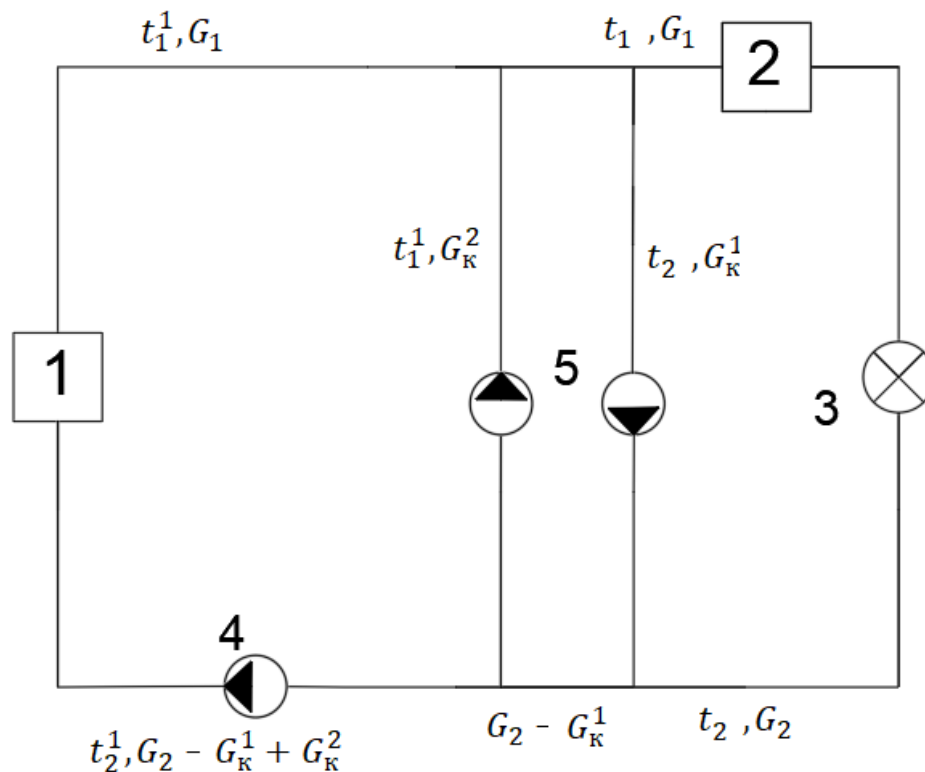


Рисунок 2 – Схема аккумуляции тепла в падающем и обратном трубопроводах транзитной тепломагистрали системы теплоснабжения [1]:

1 – основной источник тепла (ТЭЦ); 2 – пиковый источник; 3 – теплопотребитель;
4 – сетевой насос; 5 – насосы режима аккумуляции и разрядки

Данная схема работает следующим образом. В часы пиковой нагрузки увеличивается отток тепла от ТЭЦ (АТЭЦ), а также уменьшается конденсационная выработка. Увеличение потока тепловой энергии связано с увеличением температуры воды, поступающей в подающую магистраль. При добавлении воды из обратного трубопровода к прямой сетевой воде и сбрасывании избыточной в к воде обратного трубопровода можно поддерживать заданные параметры теплового потока у потребителей. Подогрев обратных потоков происходит в момент максимального напряжения электрической системы, что приводит к увеличению мощности турбины из-за увеличения количества теплового потока в конденсаторе. При использовании данной схемы можно уменьшить дальность транзита тепловых потоков до двух раз по сравнению с тем, как это было бы в случае, если бы подающая и обратная магистрали были соединены между собой.

В описанных выше схемах аккумуляции в сетевой воде тепловая энергия используется для вытеснения теплофикационных отборов турбин с целью увеличения мощности турбин в часы наибольшей нагрузки электрической сети. Тепловая энергия также может быть использована для получения паров, имеющих сравнительно не высокие параметры, которые направляются в турбину, что позволяет увеличить её мощность.

Заключение

Использование различных схем аккумулирования энергии в тепловых сетях имеет ряд преимуществ и недостатков, однако их применение позволяет снизить нагрузку на экологию, уменьшив выбросы углекислого газа в атмосферу, а также увеличить народно-хозяйственный эффект за счёт снижения расхода топлива на подогрев сетевой воды в тепловых сетях.

Литература

1. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения / Б.В. Яковлев. – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2002. – 448 с.
2. Аккумулирование теплоты в тепловых сетях [Электронный ресурс] / Аккумулирование теплоты в тепловых сетях. – Режим доступа: https://vuzdoc.org/132617/tehnika/akkumulirovanie_teploty_teplovyh_setyah/. – Дата доступа: 05.04.2023.