

Секция V

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ И ПРИРОДООХРАННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ
РЕШЕНИЯ В ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

УДК 625.7/.8.05

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АККУМУЛЯТОРОВ ТЕПЛОТЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

П.М. Гламаздин, А.Д. Гламаздина

Киевский национальный университет архитектуры и строительства, Украина

e-mail: sib.kiev@gmail.com.

В статье рассмотрена проблема выравнивания ночного провала в использовании электроэнергии при помощи теплоаккумуляционных систем теплоснабжения, использующих электроэнергию в качестве источника теплоты. Предложены решения с использованием тепловых аккумуляторов с теплоаккумулирующим материалом в виде высокотемпературных органических теплоносителей (ВОТ) в комбинации с другими источниками теплоты для покрытия пиковых нагрузок.

Ключевые слова: электроотопление, аккумуляторы теплоты, прерывистое отопление, ночной провал электропотребления, теплоаккумулирующий материал.

USING HEAT BATTERIES FOR ELECTRICAL SYSTEMS HEAT SUPPLIES

P. Glamazdin, A. Glamazdina

Kiev National University of Architecture and Construction, Ukraine

e-mail: sib.kiev@gmail.com.

The article considers the problem of leveling the night gap in the use of electricity using heat storage heat supply systems that use electricity as a source of heat. Solutions using heat accumulators with heat-accumulating material in the form of high-temperature organic heat transfer fluids (BOT) in combination with other heat sources to cover peak loads are proposed.

Keywords: electric heating, heat accumulators, intermittent heating, night power failure, heat storage material.

Резкое снижение промышленного производства в Украине с соответствующим снижением потребления электроэнергии, особенно в ночной период, обострило проблему «ночного провала» электропотребления. Проблема обостряется тем, что в Украине около половины электроэнергии генерируется на атомных электростанциях [1], которые необходимо эксплуатировать в стабильных режимах [2].

Тепловые нагрузки приходится покрывать тепловыми электростанциями в условиях, когда оборудование почти всех украинских тепловых электростанций давно

выработало свой паспортный ресурс [3], что делает использование их в качестве пикового резерва достаточно сложным и чрезвычайно энергозатратным процессом и ускоряет их износ.

Проблема ночного уменьшения потребления электроэнергии в полной мере касается и теплоэлектроцентралей крупных городов.

В этих условиях одним из путей решения проблемы видится использование электроэнергии в целях теплоснабжения с ночным аккумулярованием теплоты, полученной в электропотребляющих аппаратах во время ночных «провалов». Уменьшение ночных «провалов» позволяет повысить коэффициент заполнения графика электрической нагрузки μ_{\max} [4].

$$\mu_{\max} = \frac{E}{N_{e \max} \tau} \quad (1)$$

где

E – общее количество выработанной электроэнергии, кВт/час;

$N_{e \max}$ – максимальная нагрузка, кВт;

τ – время работы электростанции, час.

Чем больше μ_{\max} , тем более эффективно используется оборудование электростанций и соответственно повышается их к.п.д. и снижается себестоимость выработанной электроэнергии и теплоты для теплоэлектроцентралей.

В Советском Союзе в северных регионах был накоплен большой опыт использования электроэнергии для целей теплоснабжения [5], объединенный в рекомендациях по проектированию подобных систем [6,7]. Однако, при наличии девятичасовых поясов и Единой энергетической системы, позволявшей перебрасывать избытки электроэнергии из одного региона в другой, проблема ночного «провала» потребления электроэнергии не стояла так остро, как сейчас в Украине. Как следствие исследований по проблеме использования аккумуляторов теплоты, заряженных с помощью электроэнергии ночью, в большом объеме не проводилось.

В настоящее время в Украине проводятся исследования в этом направлении, хотя и недостаточно активно. Тем не менее, используя советский опыт [7], стандарты других стран, был разработан и принят к исполнению нормативный документ, регламентирующий проектирование и эксплуатацию энергоаккумуляционного отопления греющим кабелем в полах [8]. Однако эти системы не могут решить проблемы ночного провала в полной мере в силу целого ряда причин. Устройство электрической системы аккумулярования теплоты в полу возможно только при новом строительстве. Тепловая емкость аккумулятора, реализующего этот способ, ограничена нормируемой температурой поверхности пола. Подобный аккумулятор имеет низкие динамические характеристики, что означает неудовлетворительные свойства по регулированию теплоотдачи в помещении.

Вообще говоря, принципиально устройство для аккумулярования теплоты с помощью электроэнергии можно использовать в двух системах – системе горячего водоснабжения и системе отопления. Эти системы сильно различаются по своим динамическим качествам. Системы горячего водоснабжения имеют два пика потребления воды в

течение суток с ускоренным водоразбором. Системы отопления могут работать с гораздо меньшими перепадами нагрузок. Однако в обоих вариантах время зарядки аккумуляторов теплоты для них ограничено ночными часами «провала» потребления электроэнергии. Подобные обстоятельства накладывают ограничения на выбор теплоаккумулирующего материала, которых может быть довольно много, как и способов аккумуляции теплоты вообще [9,10].

Реально для аккумуляции теплоты в системах теплоснабжения в качестве теплоаккумулирующих веществ наиболее подходящими являются жидкие теплоаккумулирующие вещества. Для небольших систем горячего водоснабжения принято использовать воду. Однако, их объем ограничен 2 м^3 . Если нужен большой объем, то такие аккумуляторы соединяют по несколько штук в единый блок. Но для систем отопления этот прием не дает возможности реализовать способ, поскольку объемы нужны на порядок и более выше. Так, для реализации системы отопления административного здания строительным объемом 37 тысяч м^3 необходим объем водяного аккумулятора 296 м^3 при ограничении температуры воды в нем на уровне $95\text{ }^\circ\text{C}$ [11]. И это здание далеко не самое большое. К тому же ночью его можно переводить в дежурный режим отопления, т.е. снижать температуру воздуха в нем до $10\text{--}12\text{ }^\circ\text{C}$, что уменьшает общую нагрузку на систему и, соответственно, необходимый объем аккумулятора. Учитывая последнее обстоятельство, целесообразно в этих случаях использовать прерывистое отопление, которое дает возможность уменьшать мощность системы отопления примерно на 15% в зависимости от качества теплоизоляционной оболочки здания [12]. Однако использование этого приема кардинально проблему неприемлимо больших размеров водяных аккумуляторов не решает.

Следующим шагом в направлении уменьшения объемов может быть организация режимов отопления с «натопом», т.е. повышением температуры внутри отапливаемого помещения в часы «провала» несколько выше нормируемой и подключения обогрева в конце рабочего дня в случае нехватки «натопа». Подобный режим показан на рисунке 1.

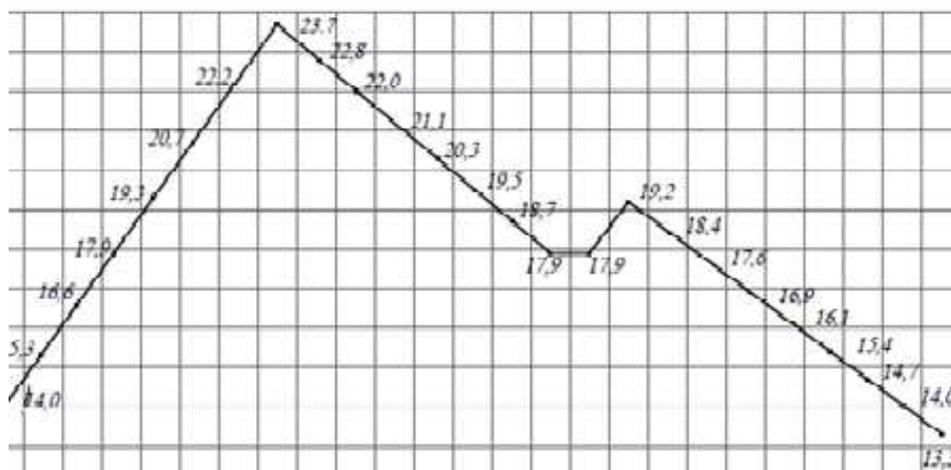


Рисунок 1. – Суточный график температуры воздуха в помещении при использовании теплоаккумуляционной системы с «натопом» и догревом

Но в любом случае режимы с прерывистым отоплением и натопом можно использовать только для зданий, в которых пребывание людей не круглосуточно и, следовательно, возможна организация внутренних тепловых режимов с разными температурными уровнями. Это административные здания, здания учебных заведений, большинство торговых предприятий. Для жилого фонда и больниц такие режимы неприемлемы и, следовательно, надо искать другие пути уменьшения объемов аккумуляторов. Из балансового уравнения запаса теплоты в аккумуляторе (2) следует, что нужно увеличивать теплоемкость аккумулирующего вещества или повышать температуру этого вещества в аккумуляторе.

$$Q = V \cdot C \cdot \Delta T \quad (2)$$

где

Q – тепловая емкость аккумулятора, кДж;

V – объем аккумулятора, м³;

C – теплоемкость теплоаккумулирующего вещества, кДж/ кг °С;

ΔT – разность температур между теплоаккумулирующим материалом в аккумуляторе и необходимой температурой теплоносителя, °С.

Относительно теплоемкости необходимо отметить, что вода и так имеет наибольшую теплоемкость среди природных жидкостей, а использование фазового перехода плавление – затвердевание в аккумуляторах неприемлемо ухудшает его динамические характеристики. Остается путь повышения температуры в аккумуляторе. Вода в этом отношении не является лучшим теплоаккумулирующим материалом, поскольку ее термодинамические свойства (резкое возрастание давления насыщения при подъеме температуры воды в жидком состоянии) затрудняют ее использование.

В качестве альтернативы видится использование в качестве теплоаккумулируемого материала высокотемпературных органических теплоносителей. Их термодинамические свойства вполне удовлетворяют требованиям нужного давления насыщения при высоких температурах – при давлении 0,2-0,3 МПа некоторые жидкости этого класса не кипят при температурах 300 °С и даже выше. При этом теплоемкость этих жидкостей достаточно высокая – 0,7-0,8 ккал/кг °С [13], что составляет 70-80 % от теплоемкости воды. Жидкости не взрывоопасны и не токсичны, коррозионно не активны. Использование таких веществ в качестве теплоаккумулирующих может уменьшить объем аккумулятора в три раза. В приведенном выше примере с административным зданием объем аккумулятора уменьшается с 296 м³ до 100 м³.

Применяя перечисленные выше приемы уменьшения мощности системы отопления за счет прерывистого отопления объем аккумулятора можно уменьшить еще. В конце концов можно использовать комбинированные источники теплоты – летом для горячего водоснабжения и большую часть отопительного сезона для отопления – это будет электроаккумуляционное теплоснабжение, а в наиболее холодный период отопительного сезона это может быть напрямую электрообогрев, газовая котельная или же система централизованного теплоснабжения.

Выводы. Для снижения ночных провалов в потреблении электроэнергии можно использовать электроаккумуляционные системы теплоснабжения.

1. В качестве теплоаккумулирующих веществ для аккумуляторов теплоты необходимо использовать высокотемпературные органические теплоносители (ВОТ).
2. При неприемлемо большом объеме аккумулятора теплоты можно использовать комбинированные системы теплоснабжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шидловский, А.К. Паливно – енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття / М.П.Ковалко. – К: Україна енциклопедичні знання, 2001. – 397 с.
2. Яковлев, Б.В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения / Б.В. Яковлев. – М: Новости теплоснабжения, 2008. – 448 с.
3. Клепиков, В.Б. Экономический энергоресурсосберегающий и экологические аспекты экономии электроэнергии в Украине / С.А. Мехович. // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – №12. – 2016. – С. 27–33.
4. Мелентьев, А.А. Системы исследования в энергетике / А.А. Мелентьев. – Наука, 1979. – 415с.
5. Орлов, В.А. Электроотопление зданий на Севере / В.А. Орлов, И.К. Квач, Ю.Г. Кротов. – Л: Стройиздат, 1981. – 64 с.
6. Морозов, В.В. Рекомендации по применению электроэнергии для теплоснабжения жилых и общественных зданий / В.В. Морозов, Р.Н. Троицкий, С.Н. Муромский. – Цент.НИИ и проектноэкспериментальный институт инженерного оборудования. – М.: Стройиздат, 1976. – 58 с.
7. Квач, И.К. Руководство по проектированию и устройству обогреваемых полов жилых и общественных зданий, строящихся в Северной климатической зоне / И.К. Квач, В.Н. Горбунов, Н.Д. Шкляров. – Красноярский Промстрой НИИ проект Минтяжстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 104с.
8. Електрична кабельна система опалення: ДБН В.2.5-24-2003. – Затверджений наказами Державного комітету будівництва і архітектури від 8 вересня 2003 р. №153 та від 30 грудня 2003 р. №228 і введені в дію з 1 червня 2004 р. [Електронний ресурс]. URL: https://dnapr.com/html/30157/doc-%D0%94%D0%91%D0%9D_%D0%92.2.5-24-2003. – Дата звернення 05.09.2019.
9. Бекман, Г. Тепловое аккумулярование энергии / Г. Бекман, П. Гили. – Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 272 с.
10. Левенберг, В.Д. Аккумулярование тепла / В.Д. Левенберг, М.Р. Ткач, В.А. Гольстрем. – Киев: Техніка, 1991. – 153 с.
11. Гламаздин, П.М. Комбіновані системи теплопостачання з використанням електроенергії / А.Д. Гламаздіна // Нова тема. – №4 (23). – 2009. – С. 26–28.
12. Фаликов, В.С. Энергосбережение в системах тепловодоснабжения зданий / В.С. Фаликов, – М.: ГУП «ВИМИ», 2001. – 164 с.
13. Wagner, Walter: Wärmeträgetechnik mit organischen Medien / Walter Wagner. – 6. Aufl. – Verlag Dr. Ingo Resch GmbH, p. 199.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

1 – дополнительный экран – сведения об издании

УДК 72:624/628+69(082)

Редакционная коллегия:

Л. М. Парфенова (председатель),
А. С. Катульская (отв. секретарь), Е. Д. Лазовский,
Н. В. Давыденко, Р. М. Платонова

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ
[Электронный ресурс] : электронный сборник статей II международной научной конференции, Новополоцк, 28–29 нояб. 2019 г. / Полоцкий государственный университет ; под ред. Л. М. Парфеновой. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-701-3.

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Проанализированы организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.
Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

№ госрегистрации 3671815379.

ISBN 978-985-531-701-3

@Полоцкий государственный университет, 2020

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Архитектурно-строительный комплекс: Проблемы, перспективы, инновации» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Технический редактор *Т. А. Дарьянова.*

Компьютерная верстка *Т. А. Дарьяновой.*

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой.*

Подписано к использованию 09.09.2020.

Объем издания: 21,05 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 420.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>