

УДК 662.612:428.4

## Особенности систем периодического отопления туристических комплексов

А. П. Любарец<sup>1</sup>, К. И. Борисенко<sup>2</sup>, Т. Д. Домошней<sup>3</sup>, О. Н. Зайцев<sup>4</sup>

<sup>1</sup>к.т.н., доц. Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев, Украина, apl\_knuba@ukr.net, ORCID:0000-0003-1905-9283

<sup>2</sup>к.т.н., доц. Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса, Украина, nefertichevo@ukr.net

<sup>3</sup>асп. Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса, Украина, zero1965@ukr.net

<sup>4</sup>д.т.н., проф. Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса, Украина, zon@ukr.net, ORCID:0000-0001-9084-9355

*Аннотация. Туристические комплексы характеризуются периодическим режимом их эксплуатации. Выявлено, что для эффективного использования аккумулятора тепловой энергии и увеличения продолжительности поддержания допустимой температуры во временно не эксплуатируемых помещениях туристических комплексов необходимо выполнять расчёты требуемой площади нагрева (установленной мощности) отопительных приборов не при максимальном нормативном перепаде температуры на поверхности прибора, а при среднем фактическом - с учётом остывания отопительного прибора, подаваемого теплоносителя и минимально-допустимой расчётной температуры в помещении. Аналитическое моделирование процессов при периодическом отоплении общественных, жилых и офисных помещений туристических комплексов при минимальном расчётном температурном перепаде 25...33°C ((55-35)-(12...20)°C) свидетельствует о необходимости увеличения установленной тепловой мощности отопительных приборов не менее чем в 1,5...2,25 раза.*

*Ключевые слова: система водяного отопления, аккумулятор тепловой энергии, отопительный прибор.*

**Введение.** Уменьшение запасов всех видов ископаемого топлива приводит к их постоянному удорожанию. В случае с туристическими комплексами наиболее острой является проблема обеспечения их энергоресурсами, особенно в холодный период года. Данная ситуация усугубляется с одной стороны значительной стоимостью инженерных коммуникаций и поставкой энергоресурсов, а с другой – непостоянной загрузкой и достаточно непредсказуемой периодичностью потребления тепловых ресурсов. Особенно ощутимо это для Украины, так как доля затрат энергии в жилищно-коммунальном хозяйстве таких комплексов составляет около 40 % суммарного энергопотребления, что значительно превышает аналогичный показатель в европейских странах [1].

**Актуальность исследований.** Таким образом, снижение энергозатрат на отопление помещений представляет собой важную задачу для круглогодичной работы туристических комплексов. Достигнуть этого можно следующими известными способами:

- повышением эффективности работы существующего энергетического оборудования;
- применением нового экономного оборудования, такого как конденсационные котлы, тепловые насосы, солнечные коллекторы;

- увеличением термического сопротивления ограждающих конструкций зданий;
- утилизацией теплоты отработанного вентиляционного воздуха;
- регулированием теплового потока отопительных приборов и, следовательно, производительности генератора теплоты.

### **Последние исследования и публикации.**

Существует ещё один эффективный способ снижения энергопотребления отопительных систем. Он связан с применением низкотемпературного лучистого отопления, которое позволяет использовать энергию возобновляемых и вторичных источников с помощью специальных устройств (тепловых насосов, солнечных коллекторов, конденсационных котлов и т.д.) [2, 3, 4, 5]. Нагревательные приборы в таких системах имеют развитую площадь поверхности и температуру, ограниченную нормативными документами. Однако, применение таких систем требует обязательного устройства аккумуляторов тепловой энергии. При этом их подбор и расчёт времени обеспечения эффективной работы аккумулятора в условиях периодической работы теплогенератора не изучен в достаточной мере [6].

Наиболее простым и надёжным устройством аккумуляции теплоты является жидкостный теплоаккумулятор, что связано с совмещением функций теплоаккумулирующего ма-

териала и теплоносителя.

**Формулирование целей статьи.** Цель работы – повышение эффективности работы систем аккумуляционного децентрализованного теплоснабжения с изменяемым тепло-гидравлическим режимом.

Для достижения поставленной цели решалась следующая задача: выявить пределы регулирования тепловой мощности системы отопления с переменным гидравлическим режимом при работе от бака-аккумулятора в условиях снижения температурного напора и уточнить существующую методику расчёта аккумуляторной ёмкости для системы водяного отопления с учётом работы терморегуляторов [1,2,3].

**Основная часть.** В данном случае рассматривалась задача, когда источником тепловой энергии для системы отопления является аккумуляторная ёмкость. То есть, для определения фактического времени поддержания требуемой температуры в помещении за счёт тепловой энергии бака-аккумулятора необходимо сравнить изменение количества тепловой энергии, поступающей в помещение от нагревательных приборов при охлаждении теплоносителя с учётом увеличения расхода теплоносителя с располагаемым на данный период количеством теплоты в аккумуляторе.

Для определённости в задаче принят температурный перепад 80-60 °С, тепловая мощность системы отопления – 2500 Вт, в качестве нагревательного прибора принят стальной радиатор с коэффициентом теплоотдачи 4,9 Вт/(м<sup>2</sup> К), система отопления принята двухтрубной.

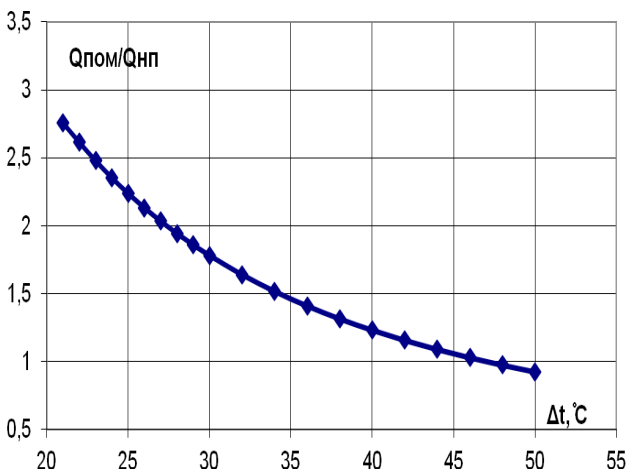


Рис. 1. Зависимость отношения требуемой тепловой мощности к мощности нагревательного прибора от располагаемого температурного напора.

Полученные данные показали, что зависимость температурного напора от соотношения требуемой тепловой мощности к фактической мощности нагревательного прибора (рис. 1) не является прямо пропорциональной и отражает характеристику влияния работы термостатического клапана на пропускную способность нагревательного прибора и, соответственно, на тепловую мощность последнего. При этом наблюдается падение мощности в нагревательном приборе по сравнению с требуемой более чем в 1,5 раза. То есть, тепловая мощность бака-аккумулятора остаётся постоянной до достижения перепада температуры теплоносителя 60-40 °С, а после происходит резкое возрастание расхода, вызванное уменьшением располагаемого перепада температуры теплоносителя (минимально-допустимая температура в баке-аккумуляторе, из условия подогрева воды на нужды горячего водоснабжения – 55 °С).

**Выводы.** Увеличение скорости движения теплоносителя в системе отопления не приводит к существенному увеличению теплоотдачи в нагревательных приборах, работающих от источника тепловой энергии – бака аккумулятора. При этом нехватка тепловой мощности от нагревательного прибора достигает 1,5...2,25 раз. Для более эффективного использования бака-аккумулятора и увеличения времени поддержания заданной температуры в помещении необходимо выполнять расчёт требуемой площади нагревательных приборов для таких систем отопления не на максимальный температурный перепад, а с учётом остывания – на средний, между максимальным и минимально-допустимым в помещении. В зависимости по определению требуемого объёма бака-аккумулятора необходимо наряду с учётом температурного перепада теплоносителя ввести корректирующее соотношение максимального и минимального температурного напора. Тогда увеличение объёма аккумулятора позволит использовать его тепловую мощность в течении расчётного периода использования бака в качестве теплового источника системы отопления.

**Перспективы дальнейших исследований.** Представленные исследования могут быть использованы для создания инженерной методики расчёта отопительных приборов в случаях периодического отопления твердотопливными котлами с теплоаккумуляторами.

### Литература

1. Богословский В. Н. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч1. Отопление / В. Н. Богословский, Б. А. Крупнов, А. Н. Сканави. – Москва: Стройиздат, 1990. – 344 с.
2. Круковский П. Г. Анализ путей уменьшения энергозатрат за счет периодического снижения температуры воздуха отапливаемых помещений / П. Г. Круковский, О. Ю. Тадля, М. А. Метель, Г. А. Рархоменко // Промышленная теплотехника. – 2008. – т. 30. – № 2. – с.79.
3. Зайцев О.Н. Проектирование систем водяного отопления: пособие для проектировщиков, инженеров и студентов технических ВУЗов / О. Н. Зайцев, А. П. Любарец. – Вена – Киев – Одесса, 2008. – 200 с.
4. Довмир Н.М. Низкотемпературные режимы систем отопления как предпосылка эффективного применения конденсационных котлов и тепловых насосов // Промышленная теплотехника. – 2008. – № 5. – с. 62-68.
5. Долинский А. А. Тепловые насосы в системе теплоснабжения зданий / А. А. Долинский, Б. Х. Драганов // Промышленная теплотехника. – 2008. – № 6. – с. 71-83.
6. Накорчевский А.И. Система теплоснабжения теплоавтономного дома / А.И. Накорчевский // Промышленная теплотехника. – 2009. – № 1. – с. 67-73.

### References

1. Bogoslovskii V. N., Krupnov B. A., Skanavi A. N. *Spravochnik proektirovshchika. Vnutrennie sanitarnotekhnicheskie ustroystva*, Vol.1 Otoplenie, Stroizdat, 1990.
2. Krukovskii P. G., Tadia O. Yu., Vetel M. A., Rarkhomenko G. A. «Analiz putei umensheniia energozatrat za schet periodicheskogo snizheniia temperatury vozdukha otaplivaemykh pomeshchenii», *Prom. Teplotekhnika*, 2008, Vol.30, no 2, p.79.
3. Zaitsev O. N., Liubarets A. P. *Proektirovanie system vodianogo otopleniia*, Vena – Kiev – Odessa, 2008.
4. Dovmir N. M. «Nizkotemperaturnye rezhimy sistem otopleniia kak predposylka effektivnogo primeneniia kondensatsionnykh kotlov i teplovykh nasosov», *Prom. Teplotekhnika*, 2008, no 5, pp. 62-68.
5. Dolinskii A. A., Draganov B. Kh. «Teplovie nasosi v sisteme teplosnabzheniia zdanii», *Prom. Teplotekhnika*, 2008, no 6, pp. 71-83.
6. Nakorchevskii A.I. «Sistema teplosnabzheniia teploavtonomnogo doma», *Prom. teplotekhnika*. 2009, no 1, pp. 67-73.

## УДК 662.612:428.4

### Особливості систем періодичного опалення туристичних комплексів

О. П. Любарец<sup>1</sup>, К. І. Борисенко<sup>2</sup>, Т. Д. Домошей<sup>3</sup>, О. М. Зайцев<sup>4</sup>

<sup>1</sup>к.т.н., доц. Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, apl\_knuba@ukr.net, ORCID:0000-0003-1905-9283

<sup>2</sup>к.т.н., доц. Одеська державна академія будівництва і архітектури, м. Одеса, Україна, nefertichevo@ukr.net

<sup>3</sup>асп. Одеська державна академія будівництва і архітектури, м. Одеса, Україна, zero1965@ukr.net

<sup>4</sup>д.т.н., проф. Одеська державна академія будівництва і архітектури, м. Одеса, Україна, zon@ukr.net, ORCID: 0000-0001-9084-9355

*Анотація. Туристичні комплекси характеризуються періодичним режимом їхньої експлуатації. Було встановлено, що для ефективного використання акумулятора теплової енергії та збільшення тривалості підтримування допустимої температури в приміщенні, що тимчасово не експлуатується, необхідно виконувати розрахунки необхідної площі нагріву (встановленої потужності) опалювальних приладів не за максимальної різниці температури на поверхні приладу, а при середній фактичній різниці – з урахуванням охолодження опалювального приладу, теплоносія та мінімальної дозволеної температури в приміщенні. Аналітичне моделювання процесів при періодичному опаленні громадських, житлових та офісних приміщень туристичних комплексів при мінімальному розрахунковому перепаді температур 25...33°C ((55-35)-(12...20°C)) вказує на необхідність збільшення встановленої теплової потужності опалювальних пристроїв не менше ніж у 1,5...2,25 рази.*

*Ключові слова: система водяного опалення, акумулятор теплової енергії, опалювальний прилад.*

**UDC 662.612:428.4**

## **Particular Systems for Periodic Heating of Tourist Complexes**

O. Liubarets<sup>1</sup>, K. Borisenko<sup>2</sup>, T. Domoshchey<sup>3</sup>, O. Zaitsev<sup>4</sup>

<sup>1</sup>PhD, associate professor. Kiev National University of construction and architecture, Kiev, Ukraine, apl\_knuba@ukr.net, ORCID: 0000-0003-1905-9283

<sup>2</sup>PhD, associate professor. Odessa State Academy of civil engineering and architecture, Odessa, Ukraine, nefertichevo@ukr.net

<sup>3</sup> Post-graduate student. Odessa State Academy of civil engineering and architecture, Odessa, Ukraine, zero1965@ukr.net

<sup>4</sup> Sc.D, professor. Odessa State Academy of civil engineering and architecture, Odessa, Ukraine, zon@ukr.net , ORCID:0000-0001-9084-9355

*Abstract. Tourist complexes is characterized by periodical operating regime. It was revealed that in order to effectively utilize the thermal receiver energy and increasing the duration of the maintenance of the minimum admissible indoor temperature, it is necessary to perform the calculations of required heating surface (installed capacity) of radiators not at a maximum difference of temperature on the surface of the radiator, but at an average actual one – in view of the cooling of the radiator, the heat carrier and the minimum admissible design temperature limits. Analytical simulation of periodic heating of public, residential and office premises of tourist complexes at the minimum design temperature differential 25...33 °C ((55-35) -12... 20 °C) shows the need to increase the installed thermal power of radiators not less than 1.5...2.25 times.*

*Keywords: the system of water heating, battery thermal energy, battery heat heater.*

Надійшла до редакції / Received 06.07.2017