

Клён А. Н.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОАКОПИТЕЛЕЙ В ЧАСТНЫХ ДОМОВЛАДЕНИЯХ УКРАИНЫ

Рассмотрена схема создания системы отопления на базе теплонакопителей. Произведен расчет экономической эффективности использования систем отопления на базе теплонакопителей. Рассчитаны капитальные и текущие затраты, связанные с созданием и эксплуатацией системы отопления на основе теплонакопителей. Определен срок окупаемости затрат при их использовании в сфере жилищно-коммунального хозяйства Украины.

Ключевые слова: система отопления, теплонакопитель, экономическая эффективность, срок окупаемости.

1. Введение

Повышение стоимости энергоносителей для населения, связанное с приведением их к рыночным ценам, заставляет потребителей коммунальных услуг искать пути снижения затрат на последние.

Одним из способов экономии электроэнергии является использование зональных счетчиков, которые позволяют оплачивать электроэнергию, потребленную в ночное время, на 50 % ниже дневного тарифа [1, 2]. По данным Национальной комиссии, осуществляющей госрегулирование в сфере энергетики и коммунальных услуг (НКРЭКУ), потребление электроэнергии в Украине неравномерное, что требует более дорогой тепловой генерации для покрытия пиковых уровней энергопотребления утром и вечером. Переход населения на двузонные счетчики и увеличение потребления электроэнергии ночью сможет в будущем снизить тарифы за счет загрузки атомных энергоблоков, которые работают при равномерном потреблении в энергосистеме.

Таким образом, перенос энергопотребления с дневного на ночное время может привести к значительной экономии средств. При этом экономия будет тем существенней, чем выше энергопотребление. Проблема, однако, состоит в том, что такой перенос нагрузки на сеть не всегда удобен потребителям. Если бытовые приборы не оснащены автоматикой, позволяющей запрограммировать их работу в ночное время, потребителям самим придется контролировать работу этих приборов в ущерб своему ночному отдыху. Кроме того, при малых расходах электроэнергии (менее 100 кВт·ч в месяц) срок окупаемости двузонных счетчиков будет достаточно большим.

Из всех коммунальных услуг наибольшие расходы приходится на отопление, независимо от типа энергии, расходуемой на этот процесс. Снизить данную статью затрат, используя преимущество льготного ночного тарифа, позволят электронагревательные приборы с аккумуляцией энергии — теплонакопители.

Таким образом, данное исследование является актуальным в свете того, что растущие потребности мировой экономики стимулируют повышенный спрос на энергоресурсы. Рост объемов мирового промышленного

производства и активное энергопотребление спровоцировало бесконтрольное использование невозобновляемых источников энергии. В результате, человечество приблизилось не только к глобальному кризису мировых запасов топлива, но и значительному ухудшению экологической ситуации. Возможности производства электроэнергии, в отличие от других видов энергии, неисчерпаемы, поскольку при производстве электроэнергии наряду с получением электроэнергии, вырабатываемой АЭС, возможно использование альтернативных источников (силы ветра, солнечного тепла, энергии земли). Кроме того, электроотопление наиболее экологично. Уменьшение сжигания природного газа и замещение его электроэнергией, вырабатываемой атомными электростанциями, снизит загрязнение окружающей среды, за счет сокращения выбросов углекислого газа [3].

2. Анализ литературных данных

Теплонакопитель — это электрический отопительный прибор, отличительной особенностью которого является способность накапливать тепло с последующей его отдачей на протяжении длительного времени. Накопление тепла происходит в среднем за 7–8 часов, тогда как отдача тепла может достигать по времени 20 и более часов, что делает удобным и экономически эффективным использование данного прибора в ночное время суток во время действия пониженного тарифа на потребление электроэнергии.

Конструкция и принцип действия теплонакопителей, их достоинства и недостатки рассмотрены в работах [3–8], вопросы экономической эффективности применения накопителей освещены в работах [8–10].

Практические аспекты этого вопроса рассматривают и иностранные авторы в своих публикациях [11–13].

3. Объект, цель и задачи исследования

Объектом исследования являются теплонакопители. Целью данной статьи является технико-экономическое обоснование использования теплонакопителей в жилищно-коммунальном секторе Украины с учетом актуальных тарифов и местных особенностей.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- рассмотрена схема создания системы отопления на базе теплонакопителей;
- рассчитаны капитальные и текущие затраты, связанные с созданием системы отопления на базе теплонакопителей;
- произведен расчет срока окупаемости затрат при использовании системы отопления на базе теплонакопителей в жилищно-коммунальном хозяйстве Украины.

4. Результаты исследования экономической эффективности использования теплоносителей для обогрева жилых помещений в Украине

Схема системы отопления на базе теплонакопителей приведена на рис. 1 [3]. Система состоит из одного или нескольких теплонакопителей, блока управления, комнатного терморегулятора, датчика погодных условий, двухтарифного электросчетчика, электропроводки.

Принцип работы системы состоит в следующем. Ночью, во время действия более низкого тарифа, по сигналу таймера происходит подача электроэнергии на трубчатые нагревательные элементы 3, которые нагревают магнетитовые блоки 1. Последние накапливают тепловую энергию ночью и отдают ее днем. Уровень зарядки теплонакопителя регулируется манометрическим регулятором 5 как в ручном режиме (с использованием ручки 4), так и в автоматическом режиме (с использованием блока управления и датчика погодных условий). Защитой от перегрева служит биметаллический термopредохранитель 9. Эффективный слой теплоизоляции 2 обеспечивает хранение запасенной в теплонакопителе энергии.



Рис. 1. Схема системы отопления на базе теплонакопителя:

- 1 — магнетитовые блоки; 2 — слой теплоизоляции;
3 — нагревательные элементы (ТЭНы); 4 — ручка терморегулятора;
5 — терморегулятор; 6 — узел подключения; 7 — вентилятор;
8 — заслонка; 9 — биметаллический датчик

Тепло отдается прибором по мере необходимости либо за счет естественной конвекции (в накопителях статического типа), либо благодаря встроенному

бесшумному вентилятору (в накопителях динамического типа).

Определим экономическую эффективность использования систем отопления на основе теплонакопителей по сравнению с альтернативными решениями — системами обогрева электрическими конвекторами и газовыми приборами.

Сравнительный анализ будем производить для жилых помещений площадью 60 м² и 120 м², со средней теплоизоляцией и высотой потолков 2,5 м. В этом случае средняя установочная мощность системы отопления рассчитывается исходя из 1 кВт на 10 м² помещения. Таким образом, для помещений площадью 60 м² и 120 м² установочная мощность системы отопления будет составлять соответственно 6 и 12 кВт.

В табл. 1 и 2 приведены капитальные и текущие затраты, необходимые для создания и эксплуатации системы отопления трех типов, для помещений различной площади.

Капитальные затраты состоят из стоимости оборудования и его монтажа. К основному оборудованию были отнесены теплонакопители, конвекторы или газовый котел, к вспомогательному — электрический кабель, приборы автоматики, трубы, радиаторы и др. Кроме того, для системы электроотопления на базе теплонакопителей учитывалась стоимость установки двузонного счетчика, а для системы газового отопления — стоимость проекта на выполнение внутренних работ по устройству газовой разводки. Во всех случаях считалось, что к отапливаемому помещению подведены необходимые внешние коммуникации: кабель электросети мощностью 6 или 12 кВт/газовая труба.

Таблица 1

Капитальные затраты на создание и эксплуатацию системы отопления для жилых помещений площадью 60 м² и 120 м²

Тип системы отопления	Капитальные затраты*, грн.				
	Основное оборудование	Внутренняя разводка	Эл. счетчик/проект	Монтаж	Всего
Для помещения площадью 60 м ² (мощность системы 6 кВт)					
Теплонакопители статические	34 200	3 400	2 000	2 300	41 900
Теплонакопители динамические	60 100	3 400	2 000	2 500	68 000
Конвекторы	3 600	3 400	—	360	7 360
Газовое отопление	10 500	7 800	1 500	5 200	25 000
Для помещения площадью 120 м ² (мощность системы 12 кВт)					
Теплонакопители статические	68 400	6 800	2 000	3 400	80 600
Теплонакопители динамические	120 200	6 800	2 000	3 400	132 400
Конвекторы	7 200	6 800	—	720	14 720
Газовое отопление	10 500	9 900	1 500	7 400	29 300

Примечание: * — поскольку оборудование систем отопления, как правило, импортного производства, его стоимость привязана к курсу национальной валюты по отношению к доллару США, для расчетов этот курс принят по состоянию на 01.11.2015 г.: 1 USD = 23 UAH

Таблица 2

Текущие затраты на создание и эксплуатацию системы отопления для жилых помещений площадью 60 м² и 120 м²

Тип системы отопления	Средний расход энергоресурсов, кВт·ч (м ³)		Текущие затраты, грн.		
	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц	за сезон
Для помещения площадью 60 м ² (мощность системы 6 кВт)					
Теплонакопители статические	31,68	950,4	25,31	759,34	4 556,02
Теплонакопители динамические	31,68	950,4	25,31	759,34	4 556,02
Конвекторы	31,68	950,4	50,62	1 518,67	9 112,03
Газовое отопление	11,09	332,64	55,78	1 673,42	10 040,50
Для помещения площадью 120 м ² (мощность системы 12 кВт)					
Теплонакопители статические	63,36	1 900,8	51,92	1 557,67	9 346,03
Теплонакопители динамические	63,36	1 900,8	51,92	1 557,67	9 346,03
Конвекторы	63,36	1 900,8	103,84	3 115,34	18 692,06
Газовое отопление	22,18	665,28	135,48	4 064,43	24 386,6

Текущие затраты на отопление теплонакопителями рассчитывались по формуле [10]:

$$R = k_3 \cdot N \cdot t \cdot D \cdot K_{исп} \cdot C, \quad (1)$$

где k_3 – коэффициент запаса мощности, принят равным для электрических систем 1,2, для газовой системы – 1,0; N – установочная мощность системы отопления, кВт; t – время зарядки теплонакопителей, ч; D – количество дней использования системы (длительность отопительного сезона принята равной $D = 180$ дней); $K_{исп}$ – коэффициент использования мощности в течение отопительного сезона, принят равным 0,55; C – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии по ночному тарифу.

Суточный расход электроэнергии конвекторами принят таким же, как и для теплонакопителей, с учетом одинаковой мощности этих электроприборов.

При расчете текущих затрат для системы газового отопления использовалась формула (1), но принималось, что средний расход газа для котлов разной мощности, применяемых в индивидуальном жилищном строительстве, составляет 0,14 м³/(кВт·ч) [10].

Стоимость электроэнергии для населения, введенная в действие постановлением НКРЭКУ с 01.03.2017 г. с учетом поэтапного повышения, приведена в табл. 3 [14].

Таблица 3

Тарифы на электроэнергию для населения, которые будут введены с 01.03.2017 г.

Тариф	до 100 кВт·час электроэнергии в месяц, грн.	свыше 100 кВт·час электроэнергии в месяц, грн.
Дневной (07.00–23.00)	0,90	1,68
Ночной (23.00–7.00)	0,45	0,84

Согласно действующим тарифам на газ, утвержденным НКРЭКУ, стоимость газа для бытовых нужд в период с октября по апрель (отопительный сезон) при расходе до 200 м³ в месяц составляет 3,60 грн./м³, свыше 200 м³ – 7,188 грн./м³ [15].

Результаты исследования экономической эффективности отопительных систем на базе теплонакопителей представлены в табл. 4.

Таблица 4

Сравнительная эффективность системы отопления на базе теплонакопителей

От-апливаемая площадь, м ²	Разность капитальных затрат, грн. по сравнению с		Годовая экономия (разность текущих затрат), грн. по сравнению с		Срок окупаемости, лет по сравнению с	
	электрическими конвекторами	газовым котлом	электрическими конвекторами	газовым котлом	электрическими конвекторами	газовым котлом
Для статических теплонакопителей						
60	34 540	16 900	4 556,02	5 484,48	7,58	3,08
120	65 880	51 300	9 346,03	15 040,6	7,05	3,41
Для динамических теплонакопителей						
60	60 640	43 000	4 556,02	5 484,48	13,31	7,84
120	117 680	103 100	9 346,03	15 040,6	12,59	6,85

Срок окупаемости систем отопления на базе теплонакопителей по сравнению с другими системами обогрева рассчитывался как отношение разностей соответствующих капитальных затрат к текущим.

5. Обсуждение результатов исследования экономической эффективности систем отопления на базе теплонакопителей

1. Как показали расчеты, использование систем отопления на базе теплонакопителей оказывается выгодным не только по сравнению с электрическими конвекторами, но даже по сравнению с газовым обогревом. Последнее обстоятельство особо актуально для повышения энергетической безопасности Украины.

2. Наибольшим сдерживающим фактором, тормозящим внедрение систем отопления на базе теплоносителей, является относительно высокая стоимость на сами приборы. Так, покупка теплонакопителей обойдется в 2–3 раза дороже газовых систем и в 6–9 раз дороже электрических конвекторов. Кроме того, для использования преимуществ более низкого ночного тарифа необходимо понести дополнительные затраты и преодолеть бюрократические преграды, связанные с установкой двухзонного электросчетчика.

3. При выборе типа системы отопления необходимо учитывать действительные технические условия, в частности, уже имеющиеся коммуникации и их мощность. Так, например, в старых домах подключение теплонакопителей (равно как и иных электронагревательных приборов) может вызвать значительные дополнительные затраты, связанные с подводкой нового кабеля большего сечения и увеличением лимита допустимой мощности.

4. Теплонакопители, как и любые иные нагревательные приборы, имеют как свои преимущества, так

и недостатки. Их также необходимо учитывать при планировании систем отопления в конкретных условиях. К преимуществам теплонакопителей относятся: простота монтажа, экономичность эксплуатации, способность снизить нагрузку на электросеть в пиковое время, надежность и долговечность, безопасность. Недостатками теплонакопителей являются относительная высокая стоимость и большая масса.

5. Одной из наибольших сложностей при выборе типа системы отопления для частного дома или квартиры является неопределенность на рынке жилищно-коммунальных тарифов, которые зависят не только от экономической ситуации в стране и в мире, но еще и от политически мотивированных решений правительства и Президента (в том числе через НКРЭКУ). В результате постоянного повышения тарифов на энергоносители и изменения льготных объемов и стоимости их потребления те технические решения, которые наиболее экономически выгодны сегодня, уже завтра могут оказаться не столь выгодными.

6. Выводы

1. Произведен расчет капитальных и текущих затрат, связанных с созданием и эксплуатацией систем отопления на базе теплонакопителей для обогрева жилых помещений площадью 60 м² и 120 м². Установлено, что использование подобных систем экономически эффективно. Несмотря на относительно большие капитальные затраты, системы обогрева на базе теплонакопителей окупаются за 3–8 лет по сравнению с газовым отоплением и за 7–13,5 лет — по сравнению с отоплением электрическими конвекторами.

2. Отмечено, что при выборе типа системы отопления необходимо учитывать их преимущества и недостатки, а также имеющиеся технические условия.

3. Установлено, что наибольшей проблемой при экономическом планировании и расчете технико-экономических показателей для различных систем отопления является неопределенность с тарифной политикой в сфере жилищно-коммунальных услуг, связанная с нестабильной экономической ситуацией в стране, а также политическими спекуляциями в этой области.

Литература

- Украинцев призывают увеличить потребление электроэнергии в ночное время [Электронный ресурс] // Информационное агентство УНИАН. — 04.11.2015. — Режим доступа: \www/URL: <http://economics.unian.net/energetics/1173670-ukraintsev-prizyvayut-uvelichit-potreblenie-elektroenergii-v-nochnoe-vremya.html>
- Опухла, П. «Ночной тариф»: экономия не для бедных [Электронный ресурс] / П. Опухла // Газета «Нафтопродукти». — 2015. — № 38. — Режим доступа: \www/URL: <http://oilreview.kiev.ua/2015/11/06/nochnoj-tarif-ekonomiya-ne-dlya-bednyx/>
- Тепловые накопители [Электронный ресурс] // ООО «ПО Контакттор». — Режим доступа: \www/URL: <http://kontaktor.com.ua/energy-saving/teplovye-nakopiteli-2/>
- Описание работы систем отопления с теплонакопителями [Электронный ресурс] // «АЛЕДО» — системы отопления и уничтожители насекомых. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.aledo.com.ua/tematicheskie-stati/opisanie-raboty-sistem-otopeniya-s-teplonakopite.html>
- Теплонакопители статические [Электронный ресурс] // Электронцентр Холдинг. — Режим доступа: \www/URL: <http://elcentr.com.ua/teplovye-nakopiteli/static?showall=1>
- Динамический теплонакопитель Elnur [Электронный ресурс] // Инновационные системы отопления. — Режим доступа: \www/URL: http://teplonew.com.ua/catalog/dinamicheskie-teploakkumulyatori/product/Elnur_dinamicheskie-teplonakopitel
- Техническое описание теплонакопителя [Электронный ресурс] // Мегастрой. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.megastroi.ru/teplonakopitel/detail.php?ID=9228>
- Экономичные системы отопления с теплонакопителями [Текст] // Энергосовет. — 2009. — № 1(1). — С. 13–16.
- Использование теплонакопителей в отоплении [Электронный ресурс] // Портал «PATRIOT-NRG». — Режим доступа: \www/URL: <http://www.patriot-nrg.ua/rus/savings/view/81>
- Подбор теплонакопителей в домах и офисах [Электронный ресурс] // Мегастрой. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.megastroi.ru/teplonakopitel/detail.php?ID=9235>
- White, A. Electricity storage using a thermal storage scheme [Text] / A. White // Conference from October 3–8, 2010. — Kos, Greece, 2015. — 421 p. doi:10.1063/1.4906710
- Summary of Thermal Energy Storage Systems Installation [Text] // Thermal Energy Storage Technologies for Sustainability. — Elsevier BV, 2014. — P. 401–404. doi:10.1016/b978-0-12-417291-3.09991-6
- Mueller, F. L. Minimum-cost charging of electrical storage heaters [Text] / F. L. Mueller, C. Binding, O. Sundstrom, M. Bengsch // 2014 IEEE International Conference on Smart Grid Communications (SmartGridComm). — Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE), 2014. — P. 740–745. doi:10.1109/smartgrid-comm.2014.7007736
- Про встановлення тарифів на електроенергію, що відпускається населенню [Електронний ресурс]: Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 26.02.2015 № 220. — Режим доступу: \www/URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0231-15>
- Про встановлення роздрібних цін на природний газ, що використовується для потреб населення [Електронний ресурс]: Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 03.03.2015 № 583. — Режим доступу: \www/URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0242-15>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОАКОПИЧУВАЧІВ В ПРИВАТНИХ ГОСПОДАРСТВАХ УКРАЇНИ

Розглянута схема створення системи опалення на базі теплонакопичувачів. Проведено розрахунок економічної ефективності використання систем опалення на базі теплонакопичувачів. Розраховані капітальні та поточні витрати, пов'язані зі створенням та експлуатацією системи опалення на основі теплонакопичувачів. Визначений термін окупності витрат при їх використанні в сфері житлово-комунального господарства України.

Ключові слова: система опалення, теплонакопичувач, економічна ефективність, термін окупності.

Клєн Андрей Николаевич, кандидат технических наук, старший преподаватель, кафедра подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования, автомобилей и автомобильного хозяйства, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Краматорск, Украина, e-mail: it-market@rambler.ru.

Кльон Андрій Миколайович, кандидат технічних наук, старший викладач, кафедра підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх машин і обладнання, автомобілів і автомобільного господарства, Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Краматорськ.

Klyon Andriy, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Kramatorsk, Ukraine, e-mail: it-market@rambler.ru