

УДК 697.328

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АККУМУЛЯТОРОВ ТЕПЛОТЫ  
В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ЭЛЕКТРОКОТЛАМИ  
ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF BODY BATTERIES IN HEAT  
SUPPLY SYSTEMS WITH ELECTRIC BOILERS**

Н. В. Лях, Д. Н. Машаро, А. И. Побережнюк

Научный руководитель – И. Н. Прокопеня, старший преподаватель  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
prokopenya@bntu.by

N. Liakh, D. Masharo, A. Poberejnyk  
Supervisor – I. Prokopenya, Senior Lecturer  
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

*Аннотация:* в данной статье будет дана оценка простого срока окупаемости использования аккумуляторов теплоты, применяемых в системах энергоснабжения жилых помещений.

*Abstract:* this article will assess the simple payback period for the use of heat accumulators used in residential energy supply systems.

*Ключевые слова:* аккумулятор теплоты, бак аккумулятор, окупаемость.

*Keywords:* heat accumulator, battery tank, payback.

### Введение

Аккумулятор теплоты предназначен для накопления тепловой энергии в моменты переизбытка выработки теплоты и отдачи тепловой энергии, когда наблюдается ее дефицит. Данный принцип позволяет сгладить график выработки тепловой энергии и сократить затраты топлива на ее производство.

### Основная часть

Применение аккумуляторов теплоты для экономии на отоплении целесообразно при использовании электрических котлов (накопление тепла в ночное время, по ночному тарифу на электроэнергию).

Средний норматив потребления тепловой энергии на отопление 1 м<sup>2</sup> общей площади жилых помещений по жилым домам, не оборудованным приборами группового учета расхода тепловой энергии, на отопительный период 2021/2022 года составляет 0,0179 Гкал/1 м<sup>2</sup> при полном месяце отопления [1].

Средняя продолжительность отопительного периода в РБ составляет 200 дней, 6,67 месяца [2].

Объем аккумулятора теплоты, м<sup>3</sup>:

$$V = 1,1 \frac{(Q \cdot 3600) / 30}{\rho \cdot c_p \cdot (t_2 - t_1)}, \quad (1)$$

где  $Q$  – среднемесячный расход энергии на отопление, кВт·ч;

$\rho$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;

$c_p$  – удельная массовая изобарная теплоемкость воды, кДж/(кг·°С);

$t_1, t_2$  – конечная и начальная температура воды в баке, соответственно, °С;

1,1 – коэффициент, учитывающий теплопотери бака аккумулятора.

Плотность воды примем 1000 кг/м<sup>3</sup>, удельную массовую изобарную теплоемкость воды примем 4,18 кДж/(кг·°С), начальная температура воды в баке 70 °С, конечная температура воды в баке 95 °С,

Таблица 1 – Расход энергии на отопления в зависимости от площади помещения

Площадь помещения, м <sup>2</sup>	Среднемесячный расход энергии на отопление,		Расход энергии на отопление за 1 отопительный период, кВт·ч
	Гкал	кВт·ч	
80	1,432	1665,4	11108,3
100	1,790	2081,8	13885,4
120	2,148	2498,1	16662,5
140	2,506	2914,5	19439,6
160	2,864	3330,8	22216,6
180	3,222	3747,2	24993,7
200	3,580	4163,5	27770,8

Расчетный объем следует округлить до ближайшего большего объема производимых баков аккумуляторов.

Таблица 2 – Необходимый объем бака аккумулятора в зависимости от площади помещения

Площадь помещения, м <sup>2</sup>	Объем бака аккумулятора		Цена бака [3], Вт
	расчетный, м <sup>3</sup>	действительный, л	
80	2,104	3000	6333
100	2,630	3000	6333
120	3,156	4000	7772
140	3,681	4000	7772
160	4,207	5000	8636
180	4,733	5000	8636
200	5,259	5000+300	9955

Стоимость электрической энергии для нужд отопления и горячего водоснабжения с присоединенной мощностью оборудования более 5 кВт в период минимальных нагрузок (с 23:00 до 6:00) составит 0,1354 Br за 1 кВт·ч, в остальное время суток – 0,2514 Br [4].

Аккумуляирование тепла, используя электродотел в ночное время суток, позволит сэкономить  $0,2514 \text{ Br} - 0,1354 \text{ Br} = 0,116 \text{ Br}$  за 1 кВт·ч

Экономия за один отопительный период составляет:

Таблица 3 – Экономия за один отопительный период в зависимости от площади помещения

Площадь помещения, м <sup>2</sup>	Расход энергии на отопление за 1 отопительный период, кВт·ч	Экономия, Br
80	11108,3	1288,57
100	13885,4	1610,71
120	16662,5	1932,85
140	19439,6	2254,99
160	22216,6	2577,13
180	24993,7	2899,27
200	27770,8	3221,41

Срок окупаемости аккумулятора теплоты составляет:

Таблица 4 – Срок окупаемости бака аккумулятора в зависимости от площади помещения

Площадь помещения, м <sup>2</sup>	Цена бака [3], Br	Экономия, Br	Срок окупаемости, отопительный период
80	6333	1288,57	4,9
100	6333	1610,71	3,9
120	7772	1932,85	4,0
140	7772	2254,99	3,4
160	8636	2577,13	3,4
180	8636	2899,27	3,0
200	9955	3221,41	3,1

Полученные данные можно свести к графику.

Линия тренда показывает, что чем выше площадь отапливаемого помещения, тем меньше срок окупаемости. Однако присутствуют скачки вверх при переходе к следующему стандартному объему аккумулятора теплоты, после снова снижение.

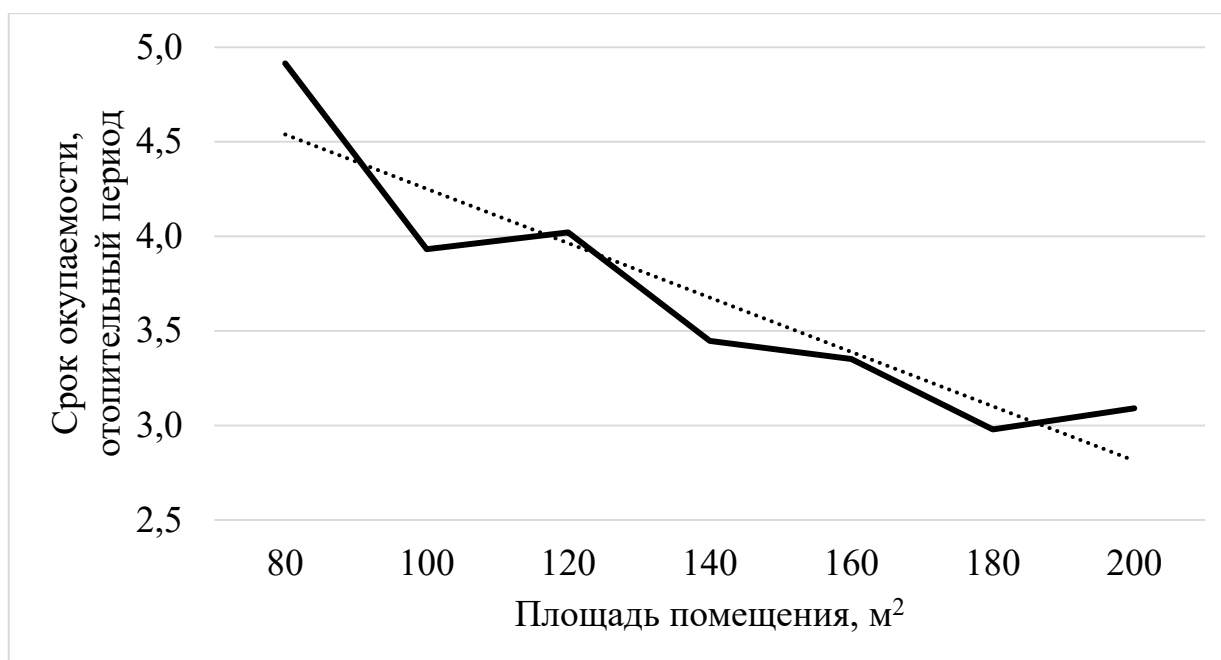


Рисунок 1 – Зависимость срока окупаемости от площади помещения

### Заключение

Применение аккумуляторов теплоты позволяет существенно сократить затраты на отопление и благоприятно влияет на энергосистему, в случае использования электродкотла. Окупаемость данного мероприятия достаточно быстрая: от 3,0 до 4,9 отопительных сезонов, при среднем сроке службы бака аккумулятора теплоты в 15–20 лет.

### Литература

1. Об установлении средних нормативов потребления тепловой энергии на отопление и подогрев воды [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=R921o0111041&p1=1&p5=0>. – Дата доступа: 18.04.2022.
2. Отопительный период и его показатели: градусо-сутки отопительного периода, наружная температура [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://teplo-info.com/snip/otopitelniy\\_period](https://teplo-info.com/snip/otopitelniy_period). – Дата доступа: 18.04.2022.
3. Теплоаккумуляторы (буферные емкости) [Электронный ресурс]. Каталог. – Режим доступа: <https://kotloff.by/category/teploakkumulyatory/?sort=price&order=asc>. – Дата доступа: 18.04.2022.
4. Тарифы на электрическую энергию [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.belta.by/economics/view/novye-tseny-na-gaz-i-tarify-na-elektrichestvo-dejstvujut-s-1-janvarja-477668-2022/>. – Дата доступа: 18.04.2022.