

УДК 621.577

И.И. Кадцын, А.П. Стариков

Омский государственный университет путей сообщения

(ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СНИЖЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ТЕПЛОТРАНСФОРМАТОРАХ

Аннотация. Статья посвящена анализу потребления электроэнергии теплового оборудования на объектах структуры ОАО «РЖД». Снижению потребления электроэнергии в геотермальных теплотрансформаторах.

Ключевые слова: Энергетика, электроэнергия, отопление, теплотрансформатор, геотермальное отопление.

Ivan I.Kadtcyn, Alexander P. Starikov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

THE REDUCTION IN ELECTRICITY CONSUMPTION IN GEOTHERMAL HEAT TRANSFORMERS

Abstract. The article is devoted to the analysis of electricity consumption of thermal equipment at the facilities of the structure of JSC "Russian Railways". Reduce electricity consumption in geothermal heat transformers.

Keywords: Energy, electricity, heating, heat transformer, geothermal heating.

В настоящее время приоритетными направлениями развития энергетики в России являются энергосбережение и эффективное использование топливно-энергетических ресурсов [1]. Потребность в эффективности вызвана необходимостью снижения эксплуатационных затрат зданий и сооружений, что в последствии влияет на себестоимость производимой продукции промышленных предприятий.

Ежегодное повышение стоимости цен на электричество, заставляет рассматривать различные варианты снижения потребления электроэнергии за счет повышения эффективности работы инженерного оборудования [2].

В настоящей работе исследуются и анализируются существующие вариации теплообеспечения автономных объектов ОАО "РЖД" в Сибирском Федеральном округе. Для этого рассматриваются различные способы электрического теплообеспечения зданий и сооружений Западно-Сибирской железной дороги.

Цель работы:

- установить наиболее выгодный источник выработки тепловой энергии;
- определить снижение потребления электроэнергии

теплотрансформаторов.

Сибирский федеральный округ является самым важным транспортным узлом Российской Федерации, в котором сконцентрированы 17,5 % общей протяженности железных дорог России.

На территории Сибирского федерального округа осуществляют свою хозяйственную деятельность 23 филиала ОАО «РЖД», в том числе четыре железные дороги: Западно-Сибирская (она расположена в следующих субъектах Российской Федерации – Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская области), Красноярская (Красноярский край и Республика Хакасия), Восточно-Сибирская (Иркутская область и Республика Бурятия), Забайкальская железная дорога расположена в границах Читинской и Амурской областей и Агинского-Бурятского АО.

Для обслуживания и эксплуатации инфраструктуры железной дороги проектируются (реконструируются) автономные здания и сооружения (посты дежурных по переезду, стрелочные посты, посты охраны, пункты обогрева стационарного или модульного типа и прочие здания и сооружения, входящие в структуру ОАО «РЖД»), которые подключены в основном к инженерным сетям энергообеспечения, вследствие большого расстояния от населенных пунктов.

Указанные объекты имеют высокие эксплуатационные затраты на системы отопления и горячего водоснабжения.

Основные виды отопления автономных зданий и сооружений Западно-Сибирской железной дороги, в соответствии с реестром дистанции гражданских сооружений представлены на диаграмме (рисунок 1).

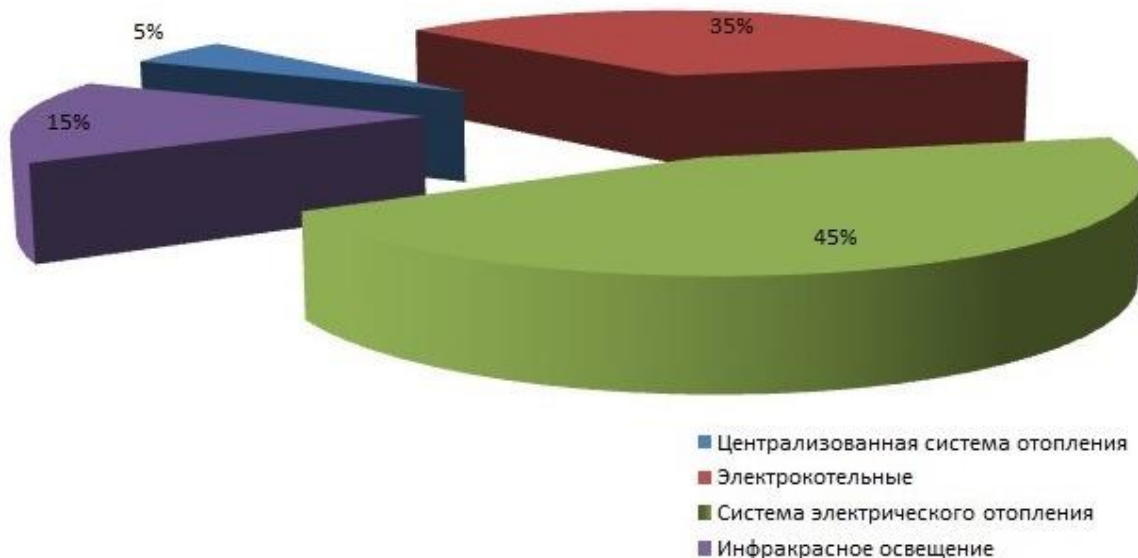


Рисунок 1 – Виды отопления автономных зданий и сооружений Западно-Сибирской железной дороги

По данным Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры, для одно- и двухэтажных зданий и сооружений наиболее распространенным видом отопления являются: электрокотельные и системы электрического отопления. Выше указанное является следствием следующих причин:

- большого расстояния от населённых пунктов;
- отсутствия возможности подключения к централизованной систем отопления;
- дороговизне доставки топлива.

Виды систем отопления зданий и сооружений на Западно-Сибирской железной дороги, средний годовой расход тепловой (электро) энергии, Гкал (кВт*ч), годовая стоимость отопления представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1

№	Виды систем отопления	Краткая	Средний	Средний
---	-----------------------	---------	---------	---------

	зданий и сооружений на Западно-Сибирской ЖД		характеристика здания (сооружения)	годовой расход тепловой энергии, Гкал	годовой расход эл. Эн., кВт*ч
1	Централизованная система отопления (ЦСО)	ЦСО от сторонних поставщиков	1 этаж, площадь 100м ²	36,4	-
		ЦСО от сторонних поставщиков	2 этажа, площадь 100м ²	40,2	-
		ЦСО от собственных источников ДТВ	1 этаж, площадь 100м ²	26,762	-
		ЦСО от собственных источников ДТВ	2 этажа, площадь 100м ²	38,293	-
2	Индивидуальная система теплоснабжения	Электродотельные собственные	1 этаж, площадь 100м ²	-	34 439
		Система электрического отопления	1 этаж, площадь 100м ²	-	40 502
		Инфракрасное излучение	1 этаж, площадь 100м ²	-	29 356

Примечание:

– средние значения показателей таблицы 1 приняты исходя из усредненных промежуточных показателей максимально приближенных к площади – 100 м² и интерполированные к единой характеристике здания (сооружения);

– индивидуальная система теплоснабжения представлена только для одноэтажных зданий в связи с применением настоящей схемы отопления

только для зданий площадь которых не превышает 170 м² (существующие здания и сооружения).

На основании имеющихся данных среднегодового расхода энергопотребления зданий площадью 100м² на отопление, определяем стоимость отопительного сезона 2018-2019г в ценах 2019г.

Таблица 2

№	Виды отопления зданий и сооружений на Западно-Сибирской ЖД	Краткая характеристика здания (сооружения)	Средний годовой расход тепловой энергии, Гкал	Средний годовой расход эл. Эн., кВт*ч, рублей	Стоимость 1 единицы, Гкал (кВт*ч), рублей	Стоимость отопления в сезон 2018-2019 г., тыс. рублей
1	Централизованная система отопления от сторонних поставщиков	1 этаж, площадь 100м ²	36,4	-	1 677,28	61 052,99
2	Индивидуальная система теплоснабжения. Электрокотельные собственные	1 этаж, площадь 100м ²	-	34 439	4,06	139 822,34
3	Индивидуальная система теплоснабжения. Система электрического	1 этаж, площадь 100м ²	-	40 502	4,06	164 438,12

	отопления					
4	Индивидуальная система теплоснабжения. Инфракрасное излучение	1 этаж, площадь 100м ²	-	29 356	4,06	119 185,36
5	Геотермальное отопление (U-образные грунтовые зонды)	1 этаж, общая площадь 100,0 м ²	-	2 902	4,06	11 782,12

Примечание:

– стоимость 1 кВт*ч принята для Омской области на 2019 год (по данным <https://www.energo-konsultant.ru>)

На основании выполненного анализа установлено:

– наиболее выгодным по стоимости эксплуатации системы электрического отопления является геотермальное отопление;

– стоимость отопления электроэнергией при использовании геотермального трансформатора в 5,18 раза дешевле в сравнении с централизованной системой отопления и 13,96 раза выше в сравнении с наиболее дорогой системой электрического отопления.

На рисунке 2 представлен пример работы термодинамического цикла теплового насоса по которому можно определить эффективность работы теплового оборудования с учетом зависимости от температурных режимов[3].

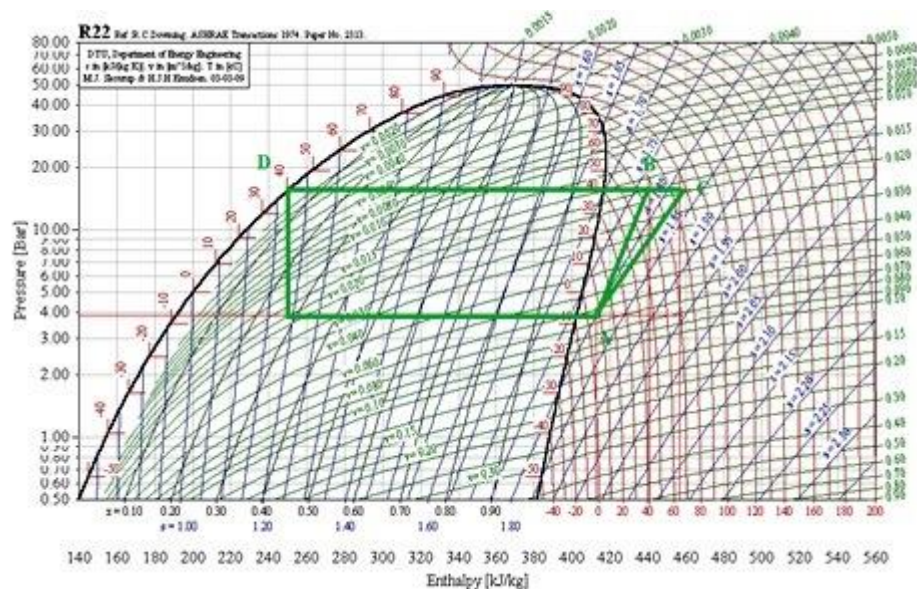


Рисунок 2. Термодинамический цикл теплового насоса

COP – соотношение между количеством вырабатываемой тепловой энергии (кВт/час) для отопления и приготовления горячей воды и электрической энергии (кВт/час), необходимой для работы теплового насоса. К примеру, тепловой насос с коэффициентом преобразования (COP) 4 к каждому потребленному им кВт производит еще дополнительные 3 кВт тепловой энергии. Таким образом, из каждых 4 кВт энергии, затрачиваемых на отопление, платить приходится только за 1 кВт.

Анализ работы эксплуатируемых теплотрансформаторов установил, что при эксплуатации оборудования, на локальных объектах, при температуре наружного воздуха менее – 25°C, температура теплоносителя на выходе с грунтового зонда понижается до 0 °C, уменьшая таким образом коэффициент трансформации – COP.

Выявленные факты свидетельствуют о наличии ошибочных расчетов при выполнении проектных работ.

Основными исходными данными при выполнении проектирования геотермальной системы отопления являются:

- температура грунтового массива;
- категория грунтового массива по теплоемкости;

– глубина «Нейтральной зоны».

На основании ранее выполненных исследований установлено, что эксплуатируемые теплотрансформаторы, имеющие низкий коэффициент трансформации, потребляют в среднем на 50-60% больше электроэнергии чем тепловые насосы установленные с учетом ранее выполняемых изыскательских работ. Для исключения ошибочных расчетов на этапе исполнения проектных работ геотермального отопления, необходимо выполнять инженерные изыскания на территории строительства, что существенно увеличит экономическую эффективность работы теплового оборудования и существенно снизит потребление электроэнергии при неблагоприятных атмосферных условиях.

На основании выполненного анализа можно сделать выводы:

- наиболее выгодным источником выработки тепловой энергии является – геотермальный теплотрансформатор;
- установлена возможность снижения расхода электроэнергии трансформаторов до 60%, за счет выполнения изыскательских работ позволяющих получить достоверные исходные данные необходимые для выполнения проектных работ.

Список литературы

1. Федеральный закон от 23.11.2009 №261-ФЗ (ред. От 27.12.2018) «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Текст] – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978.
2. ГОСТ Р 54865–2011. «Теплоснабжение зданий. Методика расчета энергопотребности и эффективности системы теплогенерации с тепловыми насосами» [Текст] / ГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» – М. – 2012, 8 с.
3. Хороших О.В. Определение режимов наиболее эффективной работы тепловых насосов в условиях Омского региона [Текст] / Хороших О.В.,

Стариков А.П. // Повышение энергоэффективности объектов теплоэнергетики и систем теплоснабжения: Матер. всерос. науч.-техн. конференции / Омский государственный ун-т путей сообщения – Омск – 2018 – 6-11 с.

4. Кадцын И.И. Экономический анализ использования теплотрансформаторов на объектах ОАО «РЖД» в Сибирском Федеральном округе [Текст] / Кадцын И.И., Стариков А.П. // Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте: Материалы научной конференции, посвященной Дню Российской науки / Омский государственный ун-т путей сообщения – Омск – 2020 – 151-160 с.

References

1. Federal law No. 261-FZ of 23.11.2009 (ed. Of 27.12.2018) "on energy saving and improving energy efficiency and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation" [Text] - access Mode: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978.

2. GOST R 54865-2011. "Heat supply of buildings. Method of calculating energy consumption and efficiency of the heat generation system with heat pumps "[Text] / sue " STANDARTINFORM – - М.-2012, 8 p.

3. Good O. V. Determination of modes of the most effective operation of heat pumps in the conditions of the Omsk region [Text] / Good O. V., Starikov A. P. // Improving the energy efficiency of heat power facilities and heat supply systems: Mater. everything is fine. scientific and technical conferences / Omsk state University of railway transport-Omsk-2018-6-11 p.

4. Kadzin I. Economic analysis of the use of teletransportation at the facilities of ОАО "RZD" in the Siberian Federal district [Text] / Kadzin I. I., Starikov P. A. // Innovative projects and technologies in education, industry and transport:

proceedings of the scientific conference devoted to Russian science Day / Omsk state University of Railways – Omsk – 2020 – p. 151-160

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кадцын Иван Ильич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046, Российская Федерация.

Аспирант кафедры «Теплоэнергетика», ОмГУПС.

Тел.: +79139632013.

E-mail: kii55@bk.ru

Стариков Александр Петрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046, Российская Федерация.

Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедры «Теплоэнергетика», ОмГУПС.

Телефон: +7 (3812) 31-06-23.

E-mail: StarikovAP@omgups.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kadtcyn Ivan Ilyich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx St., Omsk, 644046, the Russian Federation.

Ph. D. student of the department « Heat power engineering», OSTU.

Phone: +79139632013.

E-mail: kii55@bk.ru

Starikov Alexander Petrovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx St., Omsk, 644046, the Russian Federation.

Ph. D. in Engineering, Associate Professor, head of the department « Heat power engineering», OSTU.

Phone: +7 (3812) 31-06-23.

E-mail: StarikovAP@omgups.ru