



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 69

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ШКОЛ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Червяков М.А.

ФГБОУ ВО "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ", Санкт-Петербург, Россия (190005, город Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д.4), e-mail: Zamestermaks2000@gmail.com

На территории России стала активно реализовываться программа внедрения энергосберегающих технологий в процессе строительства зданий различного назначения, в том числе и образовательной направленности. В данной работе анализируется текущее состояние по внедрению программ энергосбережения в России при строительстве школ. Представлен обзор двух школьных зданий и их текущего состояния. Кроме того, следует отметить, что применение энергосберегающих технологий в период строительства школ положительным образом сказывается и на экономических затратах, были даны рекомендации для повышения энергетической эффективности этих зданий и проведен расчет, доказывающий экономическую эффективность данных предложений.

Ключевые слова: Энергоэффективный, энергосбережение, школа, теплоэнергия, здание.

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR THE CONSTRUCTION OF SCHOOLS USING ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGIES

Chervyakov M.A.

ST. PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING, St. Petersburg, Russia (190005, St. Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya str., 4), e-mail: Zamestermaks2000@gmail.com

A program for the introduction of energy-saving technologies in the construction of buildings of various purposes, including educational orientation, has been actively implemented in Russia. This paper analyzes the current state of implementation of energy saving programs in Russia during the construction of schools. An overview of two school buildings and their current condition is presented. In addition, it should be noted that the use of energy-saving technologies during the construction of schools has a positive effect on economic costs, recommendations were made to increase the energy efficiency of these buildings and a calculation was carried out proving the economic effectiveness of these proposals.

Keywords: Energy efficient, energy saving, school, heat energy, building.

Как правило, под политикой энергосбережения подразумеваются определенного рода запреты и ограничения, направленные на рациональное использование энергоресурсов. Благодаря данному ответственному отношению образовательные учреждения приобретут возможность экономить на закупке тепла и электричества. Тема данной статьи является весьма

актуальной не только с точки зрения бережного отношения к экологии, но и с позиции улучшения благосостояния общества [1].

В энергетическом плане Российской Федерации на временной промежуток до 2030 г. указан факт, заключающийся в большой проблеме неосуществлённости потенциала управленческого и технологического энергосбережения, насчитывающий около 40 % общего объема внутреннего потребления. Именно поэтому в седьмой статье Федерального закона «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» обозначено то, что к полномочиям госорганов субъектов Российской Федерации в сфере энергосбережения и увеличения энергетической результативности относится осуществление региональных программ данной тематики [2].

В качестве первого реализованного проекта выступает государственная общеобразовательная средняя школа №2 Самарской области.

Электроснабжение строения реализовывается с помощью трансформатора до вводно-распределительного устройства.

Теплоснабжение школы реализуется от котельной ЖКХ. Температурный график источника составляет $(95-70)^{\circ}\text{C}$. Подключение отопления осуществляется через двухтрубную закрытую систему, для горячего водоснабжения используются электрические водонагреватели. Разводка труб отопления горизонтальная. В системе отопления используются чугунные радиаторы и стальные регистры.

Система теплоснабжения находится в удовлетворительном состоянии. Радиаторы отопления имеют сниженные характеристики теплоотдачи из-за отложений во внутреннем объеме. Для улучшения показателей в помещении рекомендуется устанавливать за радиаторами теплоотражатели.

Работающий радиатор усиленно прогревает участок стены, который располагается за ним. Благодаря этому температура данного участка гораздо больше по сравнению с остальной областью. Следовательно, вместо того, чтобы задействовать все тепло для обогрева внутреннего объема помещения, прибор усиленно тратит энергию на нагрев материалов наружных стен здания. Необходимость снижения теплопотерь, в таких ситуациях целесообразно установить теплоотражающий экран, чтобы изолировать участок стены за обогревателем. Для изготовления таких экранов используются материалы с низкой теплопроводностью (около $0,05 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$).

Предполагаемые затраты:

Рекомендуется установка 8-ми миллиметровой теплоотражающей пленки, которая равна площади стены, расположенной за радиатором - $179,85 \text{ кв.м.}$, в среднем около 200 рублей за квадратный метр [8].

В данной системе теплоснабжения в среднем 35% общей тепловой энергии передается излучением для обогрева, из которых около 40% используется для обогрева стен. Исключение потерь от обогрева конструкций за радиаторами излучением позволяет сэкономить на использовании тепловой энергии. На основе статистических данных по этому показателю было установлено, что в среднем температура внутри здания повысится на 1 градус Цельсия. Исходя из этого, рассчитывается количество тепла, необходимое данному зданию для повышения температуры в помещениях на 1,5 градуса. Таким образом, получается

натуральный показатель экономической выгоды. [4]. Чтобы физически рассчитать годовую экономию, используйте следующую формулу:

$$\delta = \frac{\alpha \cdot (q_b + q_o) \cdot V \cdot (t_2 - t_1) \cdot T_0}{1000000}, \quad (1)$$

где α – это коэффициент, который учитывает изменение удельной тепловой характеристики здания и зависит от климатических условий (температуры наружного воздуха) - принимаем равным 1; q_b - удельная тепловая характеристика здания для вентиляции, ккал/(м³*ч*С); V - объем здания наружный, м³; t_2 - температура внутри здания до реализации мероприятия, С⁰; t_1 - температура в помещениях после реализации мероприятия, С⁰; T_0 - продолжительность отопительного периода, ч.

В результате расчета, что экономия составляет 13,26 Гкал. При тарифе равном 1294 рублей/Гкал экономия составит 17,159 тыс.рублей [7]. Срок окупаемости составит 2,10 года.

В качестве второго реализованного объекта выступает средняя общеобразовательная школа №2, которая находится в Киришах.

В школьных зданиях циркуляция воздуха должна быть не реже одного раза в час в соответствии с гигиеническими нормами. Это обеспечивается системой вентиляции. Выполним расчет теплотерь в школьном здании, если температура внутри +20°С, а за окном -20°С.. Стены кирпичные, толщиной 0,75 м.

Мощность теплотерь оценивается по следующему выражению:

$$W = \frac{S \cdot c \cdot (T_{вн} - T_{сн})}{d}, \text{ Вт}, \quad (2)$$

где d – толщина стен; S – общая площадь стен, через которую теряется тепло; c – коэффициент теплопроводности кирпича.

В результате расчета получаем, что мощность тепловых потерь стенами составляет 192296,53 Вт, следовательно, 1м² стены теряет 37,3 Вт [5].

Общий объем воздуха в школе V равен примерно 22000 м³ [8].

$V = 22000$ м³ воздуха поступает в здание из вне (расход 2 м³ /с). Этот воздух нагревается и поступает в вентиляционные трубы. Воздух нагревается при постоянном давлении, поэтому мощность теплотерь при вентиляции вычислим по формуле:

$$W = \frac{p \cdot W}{\mu(T_{ав} - T_{сн})} \cdot \frac{7}{2} \cdot \frac{R}{t} \text{ Вт}, \quad (3)$$

где t — время, R — универсальная газовая постоянная, μ — молярная масса воздуха, p — плотность воздуха.

Мощность тепловых потерь от вентиляции составила 316257,56 Вт, а суммарная мощность – 508554,1 Вт.

В школе обучается 845 учеников, что означает теплотери в 601,8 Вт на ученика. При этом, один человек в среднем вырабатывает около 100 Вт тепловой мощности. Это означает, что покрывается только 16,6% требуемой потребности в тепле. [6].

Посредством анализа строительства и реализации школ с применением энергоэффективных технологий были выявлены следующие общие недостатки и сформулированы следующие рекомендации:

1. Надо выполнить утепление ограждающих конструкций.

2. Так как кровельное покрытие является основным тепловым барьером, необходимо его обновить: добавить слой пароизоляционного материала, чтобы предотвратить попадание влаги в слой тепловой утеплителя; уложить два слоя теплоизоляции.

3. Перекрытия не утеплены. Проложить слой теплоизоляции для нижнего этажа.

4. Установить систему погодного регулирования, способную количественно регулировать подачу тепла в систему отопления путем задания необходимой температуры теплоносителя с помощью электронного регулятора в соответствии с заданным температурным графиком. Замена отопительного оборудования.

Список литературы

1. Гринчук, И.С. Зеленое строительство, как один из важнейших аспектов устойчивого развития/ И.С. Гринчук, Н.Г. Синяк // Труды БГТУ. №7. Экономика и управление. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/294335> (дата обращения: 11.03.2024).
2. Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы. 24 – 27 апреля 2023 года: материалы конференции. Иваново: ИВГПУ, 2023. 1110 с. ISBN 978-5-88954-511-8. URL: <https://e.lanbook.com/book/338105> (дата обращения: 12.03.2024).
3. Отчет об энергетическом обследовании ГБОУ СОШ №2.
4. Порфирьев, Д. Н. Экономика организации: учебное пособие / Д. Н. Порфирьев. Пенза: ПГАУ, 2022. 193 с.
5. Строительная физика: методические указания / составитель И. А. Обухова; под редакцией Г. И. Полищук. Санкт-Петербург: СПбГЛТ, 2019. 44 с.
6. Ушаков, В. Я. Потенциал энергосбережения и его реализация в секторах конечного потребления энергии: учебное пособие / В. Я. Ушаков, Н. Н. Харлов, П. С. Чубик. Томск: ТПУ, 2015. 388 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/82837> (дата обращения: 15.02.2024).
7. Экономика и финансы образования (учебное пособие) / С.А. Беляков, В.А. Дмитриева, в.В. Дудников и др.; Под. ред. С.А. Белякова, М.М. Мусарского. М.: Издательство МГОУ, 2002. 280 с.
8. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник / А. Б. Гаряев, И. В. Яковлев, А. В. Клименко [и др.]. URL: <https://e.lanbook.com/book/362507> (дата обращения: 16.03.2024).

References

1. Grinchuk, I.S. Green construction as one of the most important aspects of sustainable development/ I.S. Grinchuk, N.G. Sinyak // Trude BGTU [Proceedings of BSTU]. No.7.Economics and Management URL: e.lanbook.com/journal/issue/294335
2. Young scientists – development of the National Technology Initiative (SEARCH – 2023). April 24 – 27, 2023: conference proceedings. Ivanovo: IVSPU, 2023. p. 1110. URL: e.lanbook.com/book/338105
3. Report on the energy survey of GBOU Secondary School No. 2.
4. Porfiriev, D. N. Economics of organization / D. N. Porfiriev. Penza: PGAU, 2022. p. 193.
5. Construction physics: methodological guidelines / compiled by I. A. Obukhov; edited by G. I. Polishchuk. St. Petersburg: SPbGLT, 2019. p. 44.

6. Ushakov, V. Ya. The potential of energy saving and its implementation in the sectors of final energy consumption / V. Ya. Ushakov, N. N. Kharlov, P. S. Chubik. Tomsk: TPU, 2015. p. 388.
 7. Economics and finance of education/ S.A. Belyakov, V.A. Dmitrieva, V.V. Dudnikov, etc.; Edited by S.A. Belyakov, M.M. Musarsky. M.: Publishing House of Moscow State University, 2002. p. 280.
 8. Energy saving in thermal power engineering and thermal technologies: textbook / A. B. Garyaev, I. V. Yakovlev, A.V. Klimenko [et al.]. URL: <https://e.lanbook.com/book/362507>
-