



УДК 628.8: 378

DOI: 10.31388/2220-8674-2019-1-42

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

Радько І. П., к. т. н.,

<http://orcid.org/0000-0002-4235-3969>

Наливайко В. А., к. т. н.,

<http://orcid.org/0000-0002-6297-9045>

Окушко О. В., к. т. н.

<http://orcid.org/0000-0002-1894-5294>

*Національний університет біоресурсів і природокористування
України*

E-mail: oaleks@ukr.net

Анотація - сучасне життя людства немислиме без використання енергії (електричної, теплової та ін.). Широке використання енергетичних ресурсів стало ознакою модерного розвитку економіки та підвищення добробуту людини. Основна кількість енергії надходить внаслідок спалювання газу або іншого твердого палива, запаси яких стрімко зменшуються. Тому з кожним роком стає все гострішою проблема забезпечення енергоносіями. Внаслідок цього ми спостерігаємо стійке підвищення тарифів на енергоресурси та енергоносії. Саме тому сьогодні досить гострою є проблема збереження та ефективного використання енергоресурсів. Щорічно на житлові та побутові потреби населення України витрачається близько 20 – 30 % паливно-енергетичних ресурсів в т.ч. електричної та теплової енергії, тобто на одного жителя витрачається приблизно 1,3 тонни умовного палива на рік, що майже у 2 рази більше, ніж в розвинених країнах. Основний стратегічний напрямок підвищення енергоефективності та реалізації потенціалу енергозбереження полягає у структурно-технологічній перебудові економіки України, а саме, створенні адміністративних, нормативно-правових і економічних механізмів, які сприятимуть підвищенню енергоефективності та енергозбереженню. Така структурно-технологічна перебудова економіки країни в цілому, та її окремих галузей, підприємств та технологічних процесів передбачає виведення з роботи морально застарілого та фізично зношеного обладнання, припинення випуску енергозатратної продукції, впровадження у виробництво новітніх технологій, обладнання, тощо. Важливим фактором підвищення енергоефективності є забезпечення інформаційно-аналітичної підтримки всіх суб'єктів економічної діяльності у вирішенні питань оптимізації енергоспоживання та енергозбереження. Марнотратство у витраті паливно-енергетичних ресурсів обумовлені не тільки неефективними інженерними рішеннями, які стосуються конструктивного і технічного забезпечення будинків і споруд, а і недосконалою системою контролю і керування за використанням паливно-енергетичних ресурсів. В даній роботі проаналізовано сучасний стан використання паливно-енергетичних ресурсів внаслідок їх ефективності використання. Обґрунтовано доцільність вдосконалення основних технічних заходів на всіх етапах споживання енергоносіїв, а саме проведення повної модернізації всього електротехнічного обладнання, підвищенням якості його обслуговування і своєчасного ремонту, пошуку сучасних методів і режимів його експлуатації, розробки ефективних інструментів контролю і керування за спожитими паливно-



енергетичними ресурсами, а також пошуку механізмів стимулювання заходів з підвищення енергоефективності і енергозбереження. Запропоновано можливі шляхи підвищення енергоефективності використання системи опалювання і гарячого водопостачання за допомогою системи контролю та керування на базі тепловодолічильника SA94 (SA93XX) і контролера TPM32 на базі тепловодолічильника SA94 (SA93XX) і контролера TPM32.

Ключові слова: паливно-енергетичні ресурси, енергозбереження, енергоефективність, система, контроль, керування, опалювання, водопостачання

Постановка проблеми. Сучасне життя людства немислиме без використання енергії (електричної, теплової та ін.). Широке використання енергетичних ресурсів стало ознакою модерного розвитку економіки та підвищення добробуту людини. Основна кількість енергії надходить внаслідок спалювання газу або іншого твердого палива, запаси яких стрімко зменшуються. Тому з кожним роком стає все гострішою проблема забезпечення енергоносіями. Внаслідок цього ми спостерігаємо стійке підвищення тарифів на енергоресурси та енергоносії. Саме тому сьогодні досить гострою є проблема збереження та ефективного використання енергоресурсів.

Хоча між енергозбереженням і енергоефективністю існує взаємозв'язок, все ж це різні речі. Ефективність означає отримання необхідного результату з використанням меншої кількості енергії, а збереження означає споживання меншої кількості енергії або зовсім відмова від її використання, тобто її заощадження. Ефективність часто виробить до заощадження енергії, але не навпаки. Так, наприклад, третини потенціалу енергозбереження припадає на промисловість і житловий сектор. Щорічно на житлові та побутові потреби населення України витрачається близько 20 – 30 % паливно-енергетичних ресурсів в т.ч. електричної та теплової енергії. На одного жителя витрачається приблизно 1,3 тонни умовного палива на рік, що майже у 2 рази більше, ніж в розвинених країнах [1].

Аналіз останніх досліджень. Основний стратегічний напрямок підвищення енергоефективності та реалізації потенціалу енергозбереження полягає у структурно-технологічній перебудові економіки України, а саме, створення адміністративних, нормативно-правових і економічних механізмів, які сприятимуть підвищенню енергоефективності та енергозбереженню. Така структурно-технологічна перебудова економіки країни в цілому, та її окремих галузей, підприємств та технологічних процесів передбачає виведення з роботи морально застарілого та фізично зношеного устаткування, припинення випуску енергозатратної продукції, впровадження у виробництво новітніх технологій, обладнання, тощо. Важливим фактором підвищення енергоефективності є забезпечення інформаційно-аналітичної підтримки всіх суб'єктів економічної



діяльності у вирішенні питань оптимізації енергоспоживання та енергозбереження [2].

Важливим елементом державної політики в цьому напрямку повинен стати відхід, в першу чергу, від адміністративних до ринкових методів регулювання. Першим кроком в цьому напрямку стало прийняття Закону України «Про енергозбереження», який створив правові норми регулювання відносин між різними суб'єктами господарювання (фізичними, юридичними), в т.ч. і їх з державою у сфері енергозбереження. Зокрема затвердження Закону дало поштовх до розробки комплексних програм з енергозбереження, які створили певні механізми в напрямку енергозбереження і енергоефективності.

Так, наприклад, починаючи з 1997 року в Україні було реалізовано чимало проектів, що стосувалися питань енергоощадного використання енергетичних ресурсів в житлово-комунальній галузі: Проекти Агенції міжнародного розвитку США (USAID), кілька Проектів за підтримкою «Tacis» (адміністративні будівлі, підприємства харчової промисловості), проекти, що пов'язані із утепленням будинків («теплі кредити»), тощо.

Формулювання цілей статті. Метою дослідження є пошук шляхів підвищення енергоефективності систем теплопостачання та допомоги суб'єктам господарювання у визначенні напрямків енергозбереження паливно-енергетичних ресурсів.

Основні матеріали дослідження. Марнотратство паливно-енергетичних ресурсів обумовлені не тільки не ефективними інженерними рішеннями, які стосуються конструктивного і технічного забезпечення будинків і споруд, а і недосконалою системою контролю і керування за використанням паливно-енергетичних ресурсів.

Успішне вирішення проблеми економії паливно-енергетичних ресурсів можливо лише шляхом вдосконалення основних технічних заходів на всіх етапах споживання енергоносіїв. Це, в першу чергу, стосується проведення повної модернізації електротехнічного обладнання, підвищенням якості його обслуговування і своєчасного ремонту, пошуку сучасних методів і режимів його експлуатації, розробці ефективних інструментів контролю і керування за спожитими паливно-енергетичними ресурсами, а також пошуку механізмів стимулювання заходів з підвищення енергоефективності і енергозбереження. Так, наприклад, за різними оцінками такі заходи дають можливість зменшити використання теплової енергії на опалення приміщення на 30 – 50 % [1, 3].

Враховуючи загострення проблеми збереження паливно-енергетичних ресурсів та їх ефективного використання, в НУБіП України, починаючи з 2010 р.р. почали розробляти відповідні технічні

рекомендації. На основі цих рекомендацій були визначені основні напрямки підвищення енергоефективності будівель і споруд, а найголовніше це розробка та впровадження, відповідними фахівцями НУБіП України, автоматизованих систем обліку і регулювання витрат теплоносія на теплових пунктах.

Проектні рішення на улаштування відповідних систем автоматичного регулювання теплоспоживання передбачали встановлення приладів регулювання теплової енергії, тепловим навантаженням якою була система опалення, що оснащена згідно діючих нормативних документів опалювальних приладів будівлі радіаторними термостатичними клапанами.

При проектуванні теплового пункту було проведено розрахунок витрат теплоносія у системі теплоспоживання об'єкту, а саме визначено розрахункові максимальні масові об'ємні витрати мережної води, розрахункові мінімальні витрати мережної води за опалювальний період, а також кількісне регулювання на джерелі теплопостачання) [1 - 4]:

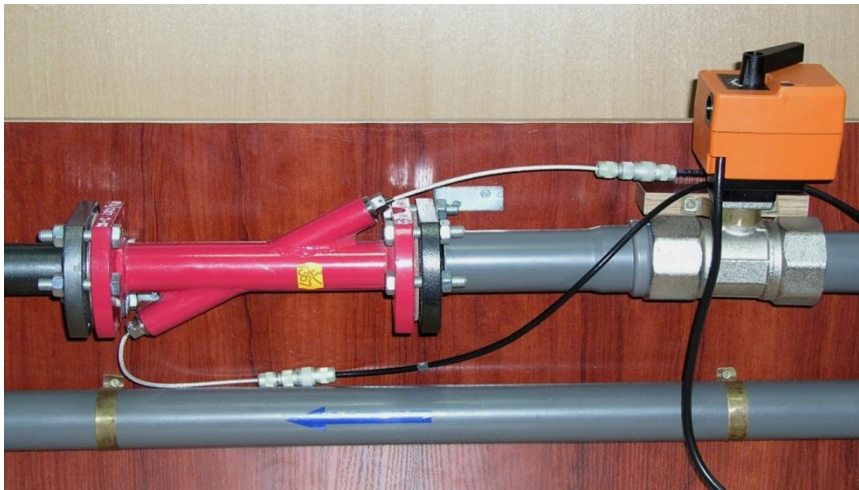


Рис. 1. Загальний вигляд фрагменту прямого та зворотного трубопроводів теплового пункту з витратомірною ділянкою тепловодолічильника СВТУ-10М і клапаном вузла регулювання витрат теплоносія (макет)

В лабораторних умовах випробовувався дослідний зразок вузла регулювання витрат теплоносія (рис. 1) приладового комплексу на базі теплोलічильника SA-94(SA-93XX) і контролера ТРМ-32, конструктивно об'єднаного з ПЕОМ, передусім шляхом ретельної перевірки роботи як безпосередньо з контролером, так і з спеціалізованим програмним забезпеченням ОРМ OWEN.

Приладовий комплекс об'єднує в собі лічильник тепла SA-94 (SA-93XX), контролер ТРМ-32 і персональну ЕОМ.



Основні технічні характеристики контролера ТРМ-32 наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Технічні характеристики контролера ТРМ-32

Показник	Значення
Напруга живлення, В	220
Допустиме відхилення напруги, %	-15...+10
Частота, Гц	50
Гранично допустима основна приведена похибка контролю температури, %	±0,5
Тип вхідних датчиків контролю температури	ТСМ50/100М
Кількість вхідних каналів температури	4
Тривалість циклу опитування датчиків, с не більше	7
Навантажувальна здатність вихідного реле	1А, 220В
Інтерфейс зв'язку з ПЕОМ через адаптер мережі АС-2	RS-232
Ступінь захисту від впливу навколишнього середовища	IP20

З метою перевірки функціонування контролера здійснювалася імітація зміни температури зворотної води і зовнішнього повітря та встановлювалася наявність імпульсів на вхідних затискачах електроприводу NR24-SR3 регульовального клапану BELIMO.

Водночас була розроблена прикладна програма «день/ніч» для забезпечення реалізації режиму обмеження теплоспоживання у нічні години доби. Апаратно дії програми відтворював окремий модуль з вихідним герконовим реле, контакти якого приєднуються до відповідних затискачів контролера ТРМ-32.

Робочий день в навчальних корпусах триває 8 годин. Це третина доби. Саме в цей час потрібно підтримувати комфортні умови – температуру більше 18 °С. В неробочий час теплові потужності можуть бути знижені до мінімуму, який буде виключати виникнення аварій в теплових мережах від переохолодження при мінусових зовнішніх температурах. Звичайно, що мінімальна теплова потужність в неробочий час повинна бути науково обґрунтованою, як з технічної точки зору, так і з економічної. Тому при формуванні алгоритму керування тепловим потоком потрібно приймати певне компромісне рішення з урахуванням всіх відомих факторів. Це основний важіль зменшення витрат на теплоносії. Звичайно, що зробити це не зовсім просто, оскільки приміщення характеризуються тепловою інерцією. Нами проводились дослідження з виірювання теплових характеристик навчальних корпусів. Визначені постійні величини часу, які

коливаються від 10 до 75 годин. На основі експериментальних даних та з урахуванням теплових характеристик огорожувальних конструкцій будівель проведено імітаційне моделювання теплових втрат навчальних корпусів. Отримані дані дозволили одержати достатньо близькі до оптимальних режими теплопостачання навчального корпусу (рис. 2).

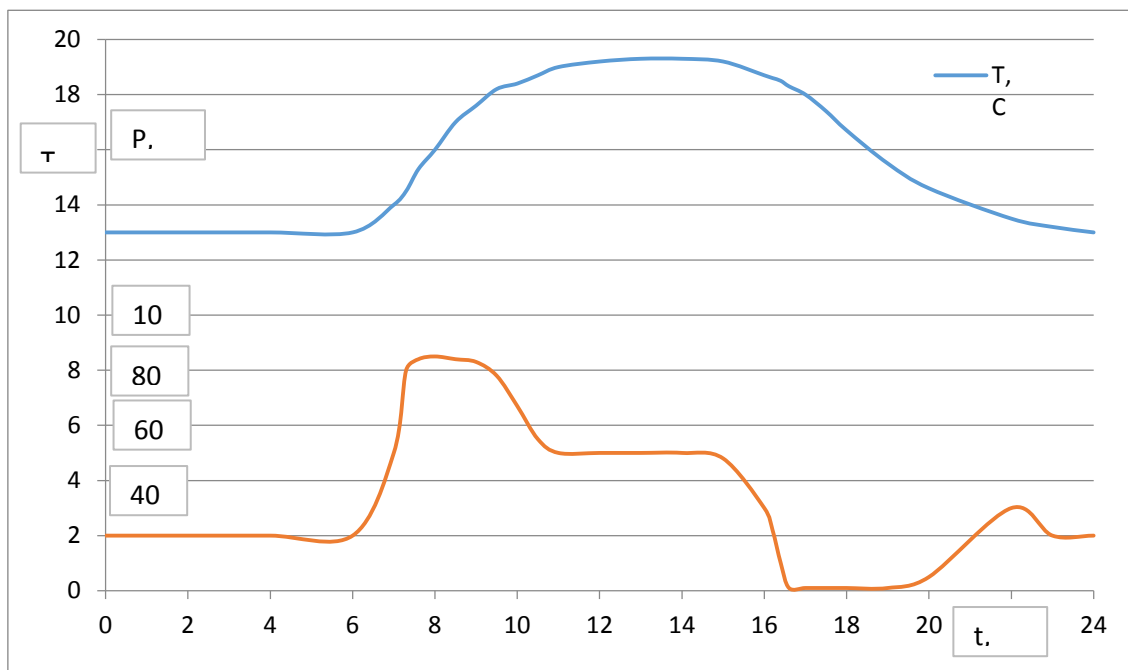


Рис. 2. Залежність температури та потужності теплового пункту навчального корпусу №8 від часу доби

За допомогою пристрою діагностування УД-01 перевірена справність тепловодолічильника СВТУ-10М з метою: визначення несправного елемента в колі „обчислювач – з’єднувальні кабелі – ультразвукові датчики витрат”; контролю роботоздатності обчислювача тепловодолічильника; контролю справності каналів вимірювання температури і тиску тепловодолічильника.

Слід констатувати, що запропонована технологія регулювання витрат теплоносія в системах водяного опалення з використанням контролера ТРМ-32 реалізована фірмою „ЕСТА” у виконаних на замовлення НУБіП України проектах вузлів обліку теплової енергії для теплових пунктів ряду будівель.

Сьогодні всі навчальні корпуси та студентські гуртожитки НУБіП України обладнані вузлами обліку теплоносіїв, а в 8-ми навчальних корпусах встановлено обладнання яке автоматично регулює подачу теплоносія в залежності від зовнішньої температури, періоду доби(день чи ніч) та вихідних чи святкових днів (рис. 2). Всі бойлерні, а вся гаряча вода, яку споживають студентські гуртожитки



постачаються через них, обладнані також вузлами обліку споживання і регулювання теплоносіїв.

Висновок.

1. Система обліку та регулювання витрат теплоносія водопостачання навчального корпусу, реалізована в індивідуальному тепловому пункті, має забезпечувати регулювання витрат теплоносія залежно від температури навколишнього середовища та обмежувати теплоспоживання в нічні години доби і вихідні (святкові) дні.

2. Встановлення засобів обліку та регулювання витрат теплової енергії забезпечує можливість здійснювати оперативний моніторинг теплових потоків, що сприяє скороченню обсягів споживання теплової енергії в середньому на 30 – 40 %.

Список використаних джерел

1. Розробка проекту теплового пункту навчального корпусу НУБіП України / І. П. Радько та ін. *Енергетика та автоматика*. 2018. № 1. С. 86-94. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eia_2018_3_9.

2. Підвищення заходів з енергоефективності та енергозбереження у вищих навчальних закладах / І. П. Радько та ін. *Науковий вісник НУБіП України*. 2018. № 283. С. 275-280.

3. Міщенко А. В., Шеліманова О. В., Антипов Є. О. Аналіз теплового комфорту у приміщеннях навчального корпусу № 8 НУБіП України після термомодернізації будівлі. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. Техніка та енергетика АПК*. 2014. Вип. 194, ч. 1. С. 119-123.

4. Методика та обладнання для проведення енергетичного аудиту / І. П. Радько та ін. *Енергетика та автоматика*. 2018. № 1. С. 123-134. URL:

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Energiya/article/viewFile/10596/9329>

5. Любарець О. П., Зайцев О. М., Любарець В. О. Проектування систем водяного опалення. Київ, 2010. 200 с.



ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Радько И. П., Наливайко В. А., Окушко А. В.

Аннотация - современная жизнь человечества немислимо без использования энергии (электрической, тепловой и др.). Широкое использование энергетических ресурсов стало признаком современного развития экономики и повышения благосостояния человека. Основное количество энергии поступает в результате сжигания газа или другого твердого топлива, запасы которых стремительно уменьшаются. Поэтому с каждым годом становится все более острой проблема обеспечения энергоносителями. В результате мы наблюдаем устойчивое повышение тарифов на энергоресурсы и энергоносители. Именно поэтому сегодня достаточно остро стоит проблема сохранения и эффективного использования энергоресурсов. Ежегодно на жилые и бытовые потребности населения Украины тратится около 20 - 30% топливно-энергетических ресурсов в т.ч. электрической и тепловой энергии, то есть на одного жителя тратится примерно 1,3 тонны условного топлива в год, что почти в 2 раза больше, чем в развитых странах. Основное стратегическое направление повышения энергоэффективности и реализации потенциала энергосбережения заключается в структурно-технологической перестройке экономики Украины, а именно, создании административных, нормативно-правовых и экономических механизмов, которые будут способствовать повышению энергоэффективности и энергосбережению. Такая структурно-технологическая перестройка экономики страны в целом, и ее отдельных отраслей, предприятий и технологических процессов предусматривает вывод из работы морально устаревшего и физически изношенного оборудования, прекращение выпуска энергозатратной продукции, внедрение в производство новейших технологий, оборудования и тому подобное. Важным фактором повышения энергоэффективности является обеспечение информационно-аналитической поддержки всех субъектов экономической деятельности в решении вопросов оптимизации энергопотребления и энергосбережения. Расточительство в расходовании энергетических ресурсов обусловлены не только неэффективными инженерными решениями, которые касаются конструктивного и технического обеспечения зданий и сооружений, а и несовершенной системой контроля и управления с использованием топливно-энергетических ресурсов. В данной работе проанализировано современное состояние использования топливно-энергетических ресурсов в результате их эффективности использования. Обоснована целесообразность совершенствования основных технических мероприятий на всех этапах потребления энергоносителей, а именно проведение полной модернизации всего электротехнического оборудования, повышением качества его обслуживания и своевременного ремонта, поиска современных методов и режимов его эксплуатации, разработки эффективных инструментов контроля и управления за потребленными топливно-энергетическими ресурсами, а также поиска механизмов стимулирования мероприятий по повышению энергоэффективности и энергосбережения. Предложены возможные пути повышения энергоэффективности использования системы отопления и горячего водоснабжения с помощью системы контроля и управления на базе тепловодосчетчика SA94 (SA93XX) и контроллера ТРМ32.

Ключевые слова: топливно-энергетические ресурсы, энергосбережение, энергоэффективность, система, контроль, управление, отопления, водоснабжения



IMPROVE THE ENERGY EFFICIENCY OF HEAT SUPPLY SYSTEMS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

I. Radko, V. Nalyvaiko, O. Okushko

Summary

Modern life of mankind is unthinkable without the use of energy (electric, thermal, etc.). Widespread use of energy resources has become a sign of modern economic development and human well-being. The main amount of energy comes from combustion of gas or other solid fuels, whose stocks are rapidly decreasing. Therefore, with each passing year, the problem of energy supplies is becoming increasingly acute. As a result, we are seeing a steady increase in energy and energy tariffs. That is why today the problem of conservation and efficient use of energy resources is quite acute. Annually, about 20-30% of fuel and energy resources are spent on residential and domestic needs of the population of Ukraine, including electric and thermal energy, that is, one person consumes approximately 1.3 tons of conventional fuel per year, which is almost 2 times more than in developed countries. The main strategic direction for increasing energy efficiency and implementing the energy saving potential is structural and technological restructuring of the Ukrainian economy, namely, the creation of administrative, regulatory and economic mechanisms that will promote energy efficiency and energy conservation. Such structural and technological reorganization of the economy of the country as a whole, and its individual industries, enterprises and technological processes involves the withdrawal of outdated and physically worn out equipment, the cessation of production of energy-consuming products, the introduction of the production of advanced technologies, equipment, etc. An important factor in increasing energy efficiency is the provision of information and analytical support for all economic entities in solving energy efficiency and energy efficiency issues. Excessive waste in fuel and energy resources is due not only to ineffective engineering decisions that relate to the design and technical support of buildings and structures, but also to an imperfect system of control and management of the use of fuel and energy resources. In this paper, the current state of the use of fuel and energy resources due to their efficiency is analyzed. The expediency of improving the main technical measures at all stages of energy consumption, namely, the complete modernization of all electrical equipment, improvement of the quality of its maintenance and timely repair, the search for modern methods and modes of its operation, development of effective tools for control and management of consumed fuel and energy resources, as well as finding mechanisms for stimulating energy efficiency and energy efficiency measures. Possible ways of increasing the energy efficiency of using the heating and hot water supply system with the help of a control and control system based on the heat sink SA94 (SA93XX) and the TPM32 controller are proposed.

Keywords: fuel and energy resources, energy saving, energy efficiency, system, control, control, heating, water supply