

УДК 621.3:620.96

РОЗРОБКА ПРОЕКТУ ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ НАВЧАЛЬНОГО КОРПУСУ НУБІП УКРАЇНИ

І. П. Радько, кандидат технічних наук, доцент

М. Т. Лут, кандидат технічних наук, професор

В. А. Наливайко, кандидат технічних наук, доцент

О. В. Окушко, кандидат технічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: oaleks@ukr.net

Анотація. *Мета дослідження – розробка проекту для улаштування системи автоматичного регулювання теплоспоживання навчального корпусу №11 НУБіП України*

Проведено аналіз стану питання використання паливно-енергетичних ресурсів в виробничій та побутовій сфері з метою їх енергоефективного використання. Наведено частковий розрахунок проектного рішення на улаштування системи автоматичного регулювання теплоспоживання в тепловому пункті навчального корпусу № 11 НУБіП України.

Ключові слова: *енергоефективність, проект, тепловий пункт, теплоспоживання, теплоносій, система автоматичного регулювання*

Актуальність. *Основою високого рівня життя та ефективної економіки країни є зростання виробництва енергоресурсів на душу населення та їх раціональне споживання. Сучасний розвиток виробничих процесів пов'язаний з використанням достатньо великої кількості паливно-енергетичних ресурсів, що спричинило появу проблему ефективного використання енергії та впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій. Впровадження таких сучасних технологій дозволить максимально зменшити проблему економічного тиску на підприємство, а також забезпечити зростання потреб у паливно-енергетичних ресурсах [1, 2].*

Успішне вирішення проблеми енерго- та ресурсозбереження можливо тільки в випадку, якщо переглянути і модернізувати всі етапи виробничого

процесу підприємства., особливо на етапах передачі енергоносіїв (електро-, теплоносії) та їх споживання. Основну частину проблеми можна уникнути вже на стадії проектування енергоекономічних об'єктів та обладнання. Особливу увагу, при цьому, слід приділити розвитку методів та режимів експлуатації мереж та обладнання, а також створенню ефективних інструментів управління паливно-енергетичними ресурсами на підприємстві та механізмів стимулювання їх економії.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Посилення ефективності використання та втрат паливно-енергетичних ресурсів та створення необхідних умов для переведення економіки країни на шлях енергозбереження є однією із першочергових державних задач. Враховуючи це, в останні роки, стратегічним напрямком державної політики України в секторі енергозбереження і енергоефективності є модернізація та проектування основних виробничих та побутових фондів на основі сучасних вимог.

Незважаючи на виклики, які постали перед державою, Уряд України розробив і впровадив в дію декілька важливих програм в напрямі енергозбереження та енергоефективності, серед яких є урядова програма з енергоефективності, яка в народі отримала назву "теплі кредити", «Енергоефективні студмістечка» тощо. Багато програм розроблено і впроваджено і не державними організаціями, серед яких можна виділити наступні Проекти Агенції міжнародного розвитку США (USAID) «Енергоефективність у промисловості України», «Муніципальна енергетична реформа в Україні», «Еколінкс», кілька Проектів за підтримки «Tacis» (адміністративні будівлі, підприємства харчової промисловості) тощо.

Мета дослідження – розробка проекту для улаштування системи автоматичного регулювання теплоспоживання навчального корпусу №11 НУБіП України .

Матеріали і методи дослідження. Проектними рішеннями на улаштування системи автоматичного регулювання теплоспоживання передбачалося:

встановлення приладів регулювання теплової енергії в тепловому пункті навчального корпусу НУБіП України № 11, тепловим навантаженням якого є система опалення та оснащення згідно діючих нормативних документів опалювальних приладів будівлі радіаторними термостатичними клапанами [3].

Нормативно-технічні документи на основі яких розроблявся проект були: СНиП 2.04.05-91. "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха"; СП 41-101-97 "Проектирование тепловых пунктов"; СНиП 2.04.05-89. "Тепловые сети" та СНиП 3.05.07-85. "Системы автоматизации". Вибір технічних засобів, що входять до складу системи регулювання, проводився на основі комплексного аналізу технічних характеристик систем регулювання різних фірм-виробників, продукція яких представлена на промисловому ринку України та з урахуванням їхньої адаптації до особливостей існуючої теплової схеми об'єкта регулювання (схема системи опалення – однотрубна; схема приготування теплоносія системи опалення (при централізованому тепlopостачанні)).

При проектуванні теплового пункту було проведено розрахунок витрат теплоносія в системі теплоспоживання об'єкту, а саме [4]:

– визначено розрахункові максимальні витрати мережної води:

– масові G_o , кг/год:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot Q_o}{c \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 12295 \text{ кг/год}; \quad (1)$$

де Q_o , Вт, – максимальне (розрахункове) теплове навантаження на опалення; τ_1 , °С, – температура теплоносія в подавальному трубопроводі при розрахунковій температурі навколишнього середовища ($t_{p.зов} = -22^\circ\text{C}$); $\tau_1 = 130^\circ\text{C}$; τ_2 , °С, – температура теплоносія в зворотному трубопроводі при розрахунковій температурі навколишнього середовища ($t_{p.зов} = -22^\circ\text{C}$); $\tau_2 = 70^\circ\text{C}$; c , кДж/(кг·К) – теплоємність води; $c = 4,187$ кДж/(кг·К);

– об'ємні V_o , м³/год:

$$V_o = \frac{3,6 \cdot Q_o}{c \cdot \rho \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 13,41 \text{ м}^3/\text{ГОД}; \quad (2)$$

де ρ , кг/м³, – густина теплоносія при розрахункових параметрах теплоносія в подавальному трубопроводі.

Для розрахункових параметрів $\rho = 935,02 \text{ кг/м}^3$ (визначається методом інтерполяції).

Розрахункові мінімальні витрати мережної води за опалювальний період (температура зовнішнього повітря $t_{зов} \geq 8 \text{ }^\circ\text{C}$, кількісне регулювання на джерелі теплопостачання):

– масові $G_{o\min}$, кг/ГОД:

$$G_{o\min} = \frac{t_{вн} - 8}{t_{вн} - t_o} \cdot \frac{3,6 \cdot Q_o}{c \cdot (\tau'_1 - \tau'_2)} = 8942 \text{ кг/ГОД}, \quad (3)$$

де $t_{вн}$, $^\circ\text{C}$, – температура повітря всередині опалювальних приміщень; $t_{вн} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$; τ'_1 , $^\circ\text{C}$ – температура води в подавальному трубопроводі теплової мережі в точці зламу графіка температур води; $\tau'_1 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$; τ'_2 , $^\circ\text{C}$ – температура води в зворотному трубопроводі теплової мережі в точці зламу графіка температур води після системи опалення будівлі; $\tau'_1 = 42,5 \text{ }^\circ\text{C}$; $\rho = 978 \text{ кг/м}^3$ (для $\tau'_1 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$).

– об'ємні $V_{o\min}$, м³/ГОД:

$$V_{o\min} = \frac{t_{вн} - 8}{t_{вн} - t_o} \cdot \frac{3,6 \cdot Q_o}{c \cdot \rho \cdot (\tau_1 - \tau_2)} = 9,53 \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (4)$$

де $\rho = 978 \text{ кг/м}^3$ ($\tau'_1 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$).

Результати досліджень та їх обговорення. Враховуючи техніко-економічні показники і результати розрахунків, як базовий технічний вузол системи регулювання було обрано регулятор температури КИАРМ 68003-НО вітчизняного виробництва. Основними функціональними характеристиками

системи регулювання на базі обраного регулятора є: автоматичне регулювання температури всередині опалювального приміщення в реальному масштабі часу згідно запрограмованого температурного графіка; програмна корекція температурного графіка; погодинне зменшення теплового споживання системою опалення до бажаного рівня; подобове зменшення теплового споживання системою опалення.

Лабораторні дослідження розроблених приладових комплексів обліку та регулювання витрат енергоносіїв проводилися з виконанням наступних операцій: вимірювання опору ізоляції приладів і засобів автоматики та електричних кіл; випробування приладових комплексів у штатних режимах із імітуванням змін температури прямої, зворотної води і зовнішнього повітря; відлагодження програм таймерів і прикладної програми «день-ніч» для комп'ютеризованого приладового комплексу з контролером ТРМ-32.

В лабораторних умовах випробовувався дослідний зразок вузла регулювання витрат теплоносія приладового комплексу на базі теплолічильника 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 OPM OWEN.

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

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

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

В лабораторних умовах проведені налагоджування і перевірка функціонування вбудованого блок МДМ/РЕГ тепловодолічильника.

Поряд з цим, випробуване спеціалізоване програмне забезпечення Sempal DM в режимі регулювання витрат теплоносія з використанням регулювального кульового клапана BELIMO з електроприводом NRY24-S3.

У вигляді макету змонтовано фрагмент прямого та зворотного трубопроводів теплову пункту з витратомірною ділянкою тепловодолічильника СВТУ-10М та кульовим клапаном BELIMO вузла регулювання витрат теплоносія (рисунок).



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

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.

Висновки і перспективи.

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 – 35 %.

Список літератури

1. Радько І. П. Підвищення заходів з енергоефективності та енергозбереження у вищих навчальних закладах / І. П. Радько, В. А. Наливайко, О. В. Окушко, А. В. Міщенко, Є. О. Антипов // Науковий вісник НУБіП України. – 2018. – № 283. – С. 275 – 280.

2. Міщенко, А. В. Аналіз теплового комфорту у приміщеннях навчального корпусу №8 НУБіП України після термомодернізації будівлі [Текст] / А. В. Міщенко, О. В. Шеліманова, Є. О. Антипов // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2014. – Вип. 194. – Ч. 1. – С. 119–123.

3. Радько І. П. Методика та обладнання для проведення енергетичного аудиту: [Електронний ресурс] / І. П. Радько, В. А. Наливайко, О. В. Окушко, А. В. Міщенко, Є. О. Антипов // Енергетика та автоматика. – 2018. – № 1. – С. 123–134. – Режим доступу:
<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Energiya/article/viewFile/10596/9329>

4. Любарєць О. П. Проектування систем водяного опалення / О.П. Любарєць, О. М. Зайцев, В.О. Любарєць // Київ. – 2010. – 200 с.

References

1. Radko, I. P., Nalyvaiko, V. A, Okushko, O. V., Mishchenko, A. V., Antypov, I. O. (2018). Pidvyshchennia zakhodiv z enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennia u vyshchych navchalnykh zakladakh [Enhancing energy efficiency and energy efficiency measures at higher education institutions]. Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy, №283, 275 – 280.
2. Mishchenko, A. V., Shelimanova, O. V., Antypov, I. O. (2014). Analiz teplovoho komfortu u prymishchennyakh navchal'noho korpusu №8 NUBiP Ukrayiny pislya termomodernizatsiyi budivli [Analysis of thermal comfort in premises of educational building number 8 of NULES of Ukraine after thermo-modernization of the building]. Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy, № 194 (1), 119–123.
3. Radko, I. P., Nalyvaiko, V. A, Okushko, O. V., Mishchenko, A. V., Antypov, I. O. (2018). Metodyka ta obladnannia dlia provedennia enerhetychnoho audytu: [Elektronnyi resurs] [Methods and equipment for conducting energy audit]: [Electronic resource]. Enerhetyka ta avtomatyka, №1, 275 – 280. Available at: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Energiya/article/viewFile/10596/9329>
4. Liubarets, O. P., Zaitsev, O. M., Liubarets, V. O. (2010). Proektuvannia system vodianoho opalennia [Designing of water heating systems]. Kyiv, 200 p.

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ТЕПЛОВОГО ПУНКТА УЧЕБНОГО КОРПУСА НУБиП УКРАИНЫ

И. П. Радько, Н. Т. Лут, В. А. Наливайко, А. В. Окушко

Аннотация. *Цель исследования - разработка проекта для устройства системы автоматического регулирования теплопотребления учебного корпуса №11 НУБиП Украины.*

Проведен анализ состояния вопроса использования топливно-энергетических ресурсов в производственной и бытовой сфере с целью их энергоэффективного использования. Приведен частичный расчет проектного решения на устройство системы автоматического регулирования теплопотребления в тепловом пункте учебного корпуса № 11 НУБиП Украины.

Ключевые слова: *энергоэффективность, проект, тепловой пункт, теплопотребления, теплоноситель, система автоматического регулирования*

**DEVELOPMENT OF THE PROJECT OF THE THERMAL POINT OF THE
EDUCATIONAL CASE OF THE NUBI OF UKRAINE**

I. Radko, M. Louth, V. Nalyvaiko, A. Okushko

Abstract. *The purpose of the research is to develop a project for the arrangement of the automatic control system of heat consumption of the educational building №11 of NUBiP of Ukraine*

The article analyzes the state of the issue of using fuel and energy resources in the production and household sectors for the purpose of their energy-efficient use. Partial calculation of the design solution for the device of the automatic control system of heat consumption in the thermal point of the educational building № 11 of NUIBiP of Ukraine is given.

Key words: *energy efficiency, project, heat point, heat consumption, heat carrier, automatic control system*