

УДК 621.577

*О. А. КЛИМЧУК, А. Є. ДЕНИСОВА, Г. А. БАЛАСАНЯН***КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ВПРОВАДЖЕННЯ ПЕРЕРИВЧАСТОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В БУДІВЛЯХ ГРОМАДСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

В статті розглянуті питання комплексного підходу зниження енергоспоживання в системах теплопостачання будинків громадського призначення. Запропоновані режими переривчастого опалення в громадських будівлях. Проведено моделювання режимів роботи системи теплопостачання будівлі з використанням теплових насосів та різних систем опалення. Показано вплив етапів термомодернізації на ефективність системи переривчастого опалення. Проведено експериментальні дослідження режимів роботи системи переривчастого теплопостачання при застосуванні різних опалювальних приладів.

Ключові слова: теплові насоси, переривчасте опалення, комбінована тепла ізоляція, опалювальні прилади.

В статье рассмотрены вопросы комплексного подхода снижения энергопотребления в системах теплоснабжения зданий общественного назначения. Предложены режимы прерывистого отопления в общественных зданиях. Проведено моделирование режимов работы системы теплоснабжения здания с использованием тепловых насосов и различных систем отопления. Показано влияние этапов термомодернизации на эффективность системы прерывистого отопления. Проведены экспериментальные исследования режимов работы системы прерывистого теплоснабжения при применении различных отопительных приборов.

Ключевые слова: тепловые насосы, прерывистое отопление, комбинированная тепловая изоляция, отопительные приборы.

In the article were considered the issues of complex approach to energy consumption reduction in the heat supply systems for public buildings. The modes of heat consumption by consumer types were analyzed. The efficient modes of intermittent heating in public buildings were proposed. The simulation of the operating modes of the building heat supply system using heat pumps and various heating systems was carried out. The influence of the energetic refurbishment stages on the intermittent heating systems efficiency was shown. Experimental research of heating dynamics of premises using various types of heating systems was carried out. The operating modes of discontinuous heating system for public buildings using various heating devices were examined.

Keywords: heat pumps, discontinuous eating, combined heat isolation heating devices.

Вступ.

В умовах загострення дефіциту і зростання цін на енергоносії проблема енергозбереження для економіки України та її житлово-комунального сектора є вкрай актуальною. Відомо, що житлово-комунальне господарство (ЖКГ) є найважливішою соціальною галуззю, де функціонують тисячі підприємств та організацій, задіяно майже 25% основних фондів країни, зайнято близько 7% працездатного населення і використовується близько 26% паливно-енергетичних ресурсів України. В той же час ця галузь економіки є найбільш технічно відсталою з цілою низкою проблем, які безупинно загострюються. Середня витрата теплової енергії, яка використовується для опалення житлового фонду, перевищує 600 кВт·год/рік на 1 м³, що в 4–5 разів вище, ніж аналогічні показники для таких холодних» країн, як Норвегія, Швеція і Фінляндія [1].

Найбільш перспективним для України, з урахуванням особливостей її кліматичних умов, є впровадження інтегрованої системи альтернативного переривчастого теплопостачання (ІСАПТ), що працює в режимі переривчастого опалення з реалізацією можливості акумулювання енергії за нічним тарифом, та використанням раціональної комбінованої теплової ізоляції стін й резервним джерелом енергії, в тому числі і на біопаливі [2–4]. В зазначеному напрямку і були орієнтовані основні дослідження роботи.

Постановка проблеми у загальному вигляді та перспективи її вирішення.

Аналізуючи відомі в світі теоретичні та експериментальні результати щодо інтегрованих альтернативних систем на базі теплонасосного циклу

[5–7], а також вітчизняні і закордонні наукові праці [8–12], де вказані особливості використання вказаних систем, можна зробити висновок, що науково-обґрунтованих рекомендацій, які стосуються раціонального вибору схемно-конструктивних особливостей, режимних параметрів ІСАПТ з акумуляторами теплоти, що працюють в режимі переривчастого теплопостачання явно не достатньо.

На відміну від традиційних теплонасосних систем – моноструктурних (моновалентних) та поліструктурних (полівалентних), для використання яких в безперервному режимі роботи в ряді географічних регіонів існують рекомендації щодо конструктивних параметрів та показників ефективності, ІСАПТ з переривчастим режимом теплопостачання й акумуляторами теплоти, які використовують нічний тариф на електроенергію мають перспективи використання для широкого кола споживачів промислової теплоенергетики, комунально-побутового й агропромислового сектору, що відповідає задачам енергозбереження [13, 14], але вивчені недостатньо. В першу чергу, означене стосується дослідження процесів теплообміну в елементах ІСАПТ, режимів роботи акумуляторів теплоти для переривчастої системи теплопостачання, а також визначення ролі комбінованої дворівневої системи теплоізоляції з урахуванням режимів експлуатації будівель.

На режим споживання тепла впродовж доби, також в основному впливає призначення будівлі. В першу чергу ІСАПТ доцільно використовувати для будівель громадського призначення

© О. А. Климчук, А. Є. Денисова, Г. А. Баласанян, 2017

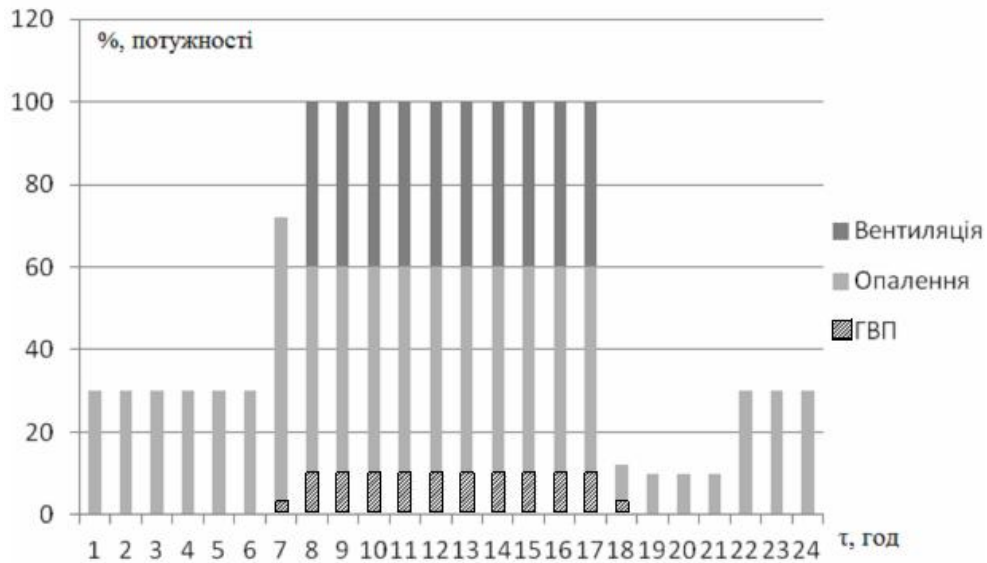


Рис. 1. Діаграма споживання тепла впродовж доби будинком громадського призначення

Мета та методи дослідження.

Основною метою роботи є науково-технічне обґрунтування та визначення умов ефективного впровадження нового класу ІСАПТ, що працює в режимі переривчастого опалення з реалізацією можливості акумулювання енергії за нічним тарифом, та використанням раціональної комбінованої теплової ізоляції стін, а також резервуванням потужності за рахунок дублера на біопаливі, шляхом математичного та фізичного моделювання теплових процесів в її елементах, як ефективний напрямок вирішення проблеми енерго- і ресурсозберігаючих технологій, де раціонально використовуються відновлювані джерела енергії (ВДЕ), акумулятор теплоти, комбінована конфігурація теплової ізоляції, що призводить до суттєвого підвищення ефективності й екологічності системи, економії органічного палива й забезпечує узгодження графіків генерації та споживання енергії.

Через можливість реалізації покриття сезонного дефіциту відновлювальних джерел енергії шляхом використання різномірних за природними можливостями ВДЕ, наприклад, інсоляції, повітря й ґрунтової енергії, в інтегрованій системі теплопостачання на базі теплонасосного циклу, можна досягти збільшення частки заміщення традиційних видів енергоносіїв на засадах енергозберігаючих технологій.

Для досягнення найбільшої ефективності використання такої системи необхідно розробити

математичну модель теплових процесів в її складових елементах. Нами обрано як об'єкт моделювання ІСАПТ, де комбіновано використовуються декілька ВДЕ для цілей енергозабезпечення споживачів. Аналіз об'єкту моделювання потребує декомпозиції ІСАПТ на складові елементи: сонячний колектор, акумулятор теплоти, включений до контуру ТНУ; тепловий насос, об'єкт теплопостачання (будівля з комбінованою тепловою ізоляцією) та резервний

генератор теплоти, в т.ч. такий, що працює на біопаливі.

Викладання основного матеріалу досліджень. Структура математичної моделі теплового режиму будівлі

Широко відома модель Е.Я. Соколова [15], яка складена на основі теплового балансу з використанням квазістаціонарних наближень, в якій запропоновано визначати середню температуру зовнішньої стіни будівлі як пів суму температур внутрішнього і зовнішнього повітря.

Рівняння теплового балансу для малого проміжку часу буде мати вигляд:

$$[W_0 - q_0 V (t_B - t_H)] d\tau = c \rho F \delta \left[\left(\frac{\delta}{2R\lambda} + \frac{1}{\alpha_H R} \right) dt_B - \left(\frac{\delta}{2R\lambda} + \frac{1}{\alpha_H R} \right) dt_H \right],$$

де W_0 – потужність системи опалення, кВт; q_0 – питома тепла характеристика будівлі, кДж/(м³·год·К); V – об'єм приміщень будинку, м³; F – площа зовнішньої поверхні, м²; c – теплоємність матеріалу стін, кДж/(кг·К); ρ – густина матеріалу стін, кг/м³.

Якщо скористатися прийнятими в теорії автоматичного управління позначеннями, то рівняння запишеться наступним чином:

$$T_B \frac{dt_B}{d\tau} + t_B = kW_0 + T_H \frac{dt_H}{d\tau} + t_H,$$

$$T_B = \frac{c \rho F \delta}{q_0 V} \left(\frac{\delta}{2R\lambda} + \frac{1}{\alpha_H R} \right),$$

де T_H – постійна часу диференціювання для температури зовнішнього повітря, в даному випадку при виведенні рівняння вийшло, що $T_0 = T_H$, $k = 1/q_0 V$ – коефіцієнт передачі по каналу «потужність системи опалення – температура внутрішнього повітря».

Потужність водяного опалювального приладу, як це добре відомо, може бути визначена за рівнянням:

$$W = K \cdot F \cdot \Delta \bar{t}$$

де K – коефіцієнт тепловіддачі опалювального приладу, Вт/м²; F – площа поверхні опалювального приладу, м²; $\Delta \bar{t}$ – середнє значення температурного напору, К.

При розрахунках систем опалення $\Delta \bar{t}$ використовують формулу [16,17]:

$$\Delta \bar{t} = \frac{1}{2}(t_{ex} + t_{вх}) - t_B,$$

тоді рівняння потужності еквівалентного опалювального приладу може бути представлено як:

$$W = \frac{KF(t_{ex} - t_B)}{1 + \frac{KF}{2cG_m}}$$

Після низки перетворень отримуємо структуру математичної моделі у вигляді:

$$T_B \frac{dt_B}{d\tau} + t_B = T_H \frac{dt_H}{d\tau} + t_H + k \frac{KF(t_{ex} - t_B)}{1 + \frac{KF}{2cG_m}},$$

У моделі еквівалентного опалювального приладу в неявному вигляді міститься припущення, що температура теплоносія розподіляється по лінійному закону вздовж поверхні теплообміну.

Експериментальні дослідження динаміки прогріву приміщень корпусу ТТЛ ОНПУ

Метою проведення експерименту по визначенню характеристик та динамічних властивостей процесу прогріву й охолодження будівлі корпусу ТТЛ була перевірка адекватності математичної моделі цих процесів, запропонованих в попередніх розділах.

Експеримент проводився шляхом імітації включення/вимикання системи опалення корпусу ТТЛ. Для чого використовувалися електричні тепловентилятори в необхідній кількості потужністю по 2 кВт. Вибір тепловентиляторів, як імітаторів опалювальних приладів, обумовлений можливістю точного нормування теплової потужності і теплової безінерційністю їх включення/відключення, що дозволило значно зменшити похибку відліку часу та нормування теплового навантаження.

Внаслідок обмеженої можливості проведення повномасштабного експерименту для всіх приміщень корпусу ТТЛ одночасно, випробування були проведені окремо в декількох типових приміщеннях: к. 15 (кутова аудиторія, 1-й поверх), к. 12 (кабінет, 1-й поверх), к. 22 (аудиторія в середині корпусу, 2-й поверх). Теплова потужність тепловентиляторів, в залежності від обсягу приміщення, варіювалася від 2 до 6 кВт. Вимірювання температури повітря t_B вироблялося рідинним термометром з точністю 0,1 °С з інтервалом часу 10 хв в перші півгодини випробувань і далі з поступовим збільшенням до декількох годин.

Динаміка охолодження приміщень фіксувалася аналогічно після відключення тепловентиляторів.

Зіставлення результатів експерименту і розрахунків з запропонованої математичної моделі показали значне їх розбіжність, особливо на початковому ділянці часу в 1 - 3 години (значна швидкість приросту температури в експерименті), що дозволило зробити висновок про наявність додаткових малоінерційних процесів нагрівання, що не враховуються в мат. моделях, запропонованих у різних літературних джерелах.

Було висунуто припущення про те, що процес прогріву будівлі на початковому етапі визначається швидким нагріванням повітря та встановленням теплового балансу між ним відносно холодними стінами при досягненні визначеної граничної різниці температур повітря і поверхні стіни. Одночасно відбувається поступовий прогрів стіни вглиб, проте цей процес у десятки разів інерційний. Таким чином, динаміка подальшого нагрівання повітря в приміщенні визначається динамікою прогріву стін при збереженні постійної різниці температур між стінами і повітрям.

Для підтвердження висунутої гіпотези було запропоновано апроксимувати експериментальні дані на основі математичного опису елементарних динамічних ланок, що використовуються в теорії автоматичного управління, а саме комбінацією інерційних ланок 1-го порядку, передатна функція яких має вигляд:

$$W(S) = k_{nep} / (1 + T \cdot S)$$

де k_{nep} – коефіцієнт передачі об'єкта по каналу «потужність нагріву-зміна температури повітря», °С/кВт; T – постійна часу, год; S – оператор Лапласа.

Модель являє собою паралельне з'єднання двох інерційних ланок 1-го порядку W_1 і W_2 (малоінерційного і великої інерційності), рис. 2.

Передавальні функції ланок моделі відповідно мають вигляд:

$$\begin{aligned} W_1(S) &= k_1 / (1 + T_1 \cdot S), \\ W_2(S) &= k_2 / (1 + T_2 \cdot S) \end{aligned}$$

де k_1 , k_2 – відповідно коефіцієнти передачі об'єкта по каналу «потужність нагріву-зміна температури повітря» для мало- і високоінерційних ланок, °С/кВт; T_1 , T_2 – відповідно постійні часу ланок, год.

В результаті перетворення передатних функцій $W(s)$ отримуємо перехідні функції ланок $\Delta t_B(\tau)$ залежності зміни температури від часу τ :

$$\Delta t_{B1}(\tau) = P \cdot k_1 (1 - e^{-\frac{\tau}{T_1}})$$

$$\Delta t_{B2}(\tau) = P \cdot k_2 (1 - e^{-\frac{\tau}{T_2}})$$

де P – потужність нагрівача, кВт.

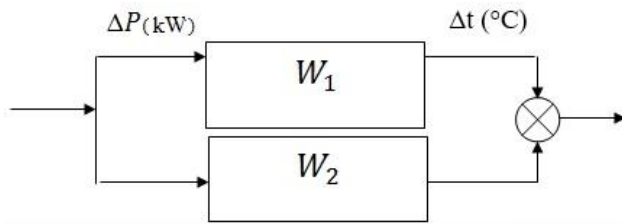


Рис. 2 Структура математичної моделі динаміки зміни температури повітря в приміщенні

Параметри моделі k_1, k_2, T_1, T_2 є змінними, оптимальні значення яких визначалися методом найменших квадратів з мінімальною величиною дисперсії експериментальних даних ($D \rightarrow \min$). Результати апроксимації експериментальних даних моделлю подано на рис. 3. Також було проведено дослідження впливу шляхів термомодернізації на динаміку нагріву приміщення – на прикладі ауд. 15, корпус ТТЛ ОНПУ (рис. 3).

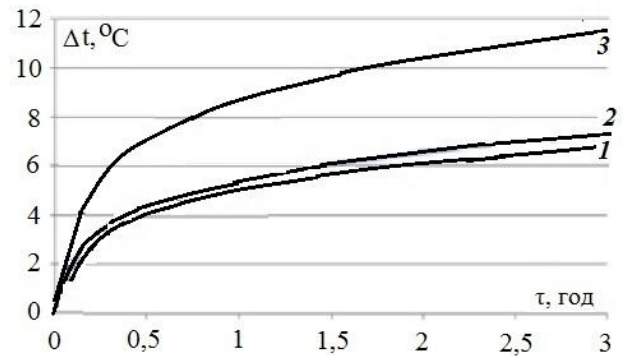


Рис. 3. Перехідні процеси нагріву будівлі 1 – до термомодернізації; 2 – гіпсова штукатурка (лівий дальній кут); 3 – після термомодернізації

Аналіз результатів дозволяє зробити висновок про адекватність математичної моделі та експерименту (рис.4).

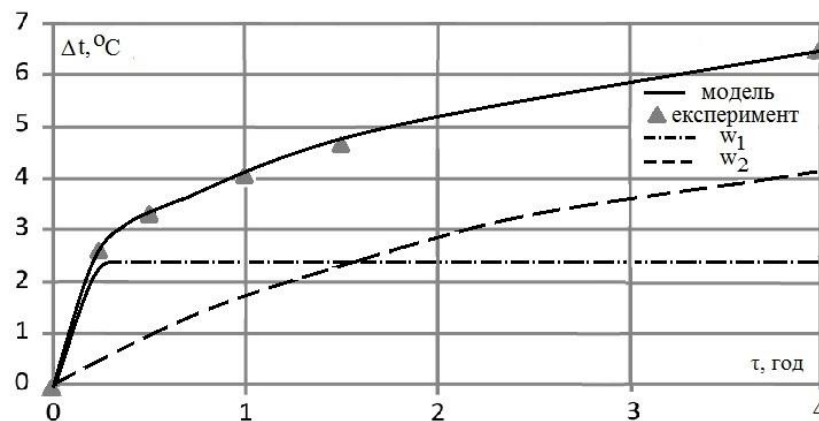


Рис. 4. Зіставлення результатів моделювання динаміки нагріву аудиторії 15 корпусу ТТЛ ОНПУ та експериментальних даних (теплова потужність опалення 6 кВт)

Як видно з (рис. 4.), експериментальні точки практично збігаються з моделлю $W=W_1+W_2$ для всіх досліджених об'єктів при різних збурюючих впливах P у всіх інтервалах часу. Це підтверджує справедливості припущення про поєднання мало- й високоінерційних процесів прогріву повітря в приміщенні. Значення коефіцієнтів k_1 і k_2 сумірні і лежать, відповідно, в межах $k_1 = 0,6 \dots 1,5$ °C/кВт; $k_2 = 1,5 \dots 3,5$ °C/кВт. Постійні часу відрізняються дуже істотно: $T_1 = 0,2 \dots 0,4$ год., $T_2 = 7 \dots 15$ год.

На ефективність переривчастого теплопостачання суттєво впливає тип опалювальної системи. Чим більше інерційність опалювального приладу, тим раніше потрібно починати режим надтопу, що зменшує загальну ефективність режиму переривчастого теплопостачання. Для вивчення цього питання було проведено низку експериментів спрямованих на дослідження динаміки нагріву приміщень різними опалювальними приладами (рис. 5, 6).

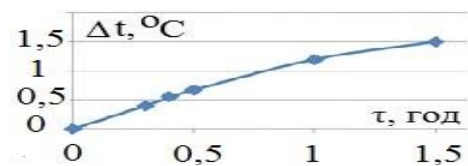


Рис. 5 – Нагрів аудиторії 15 з використанням водяного опалення

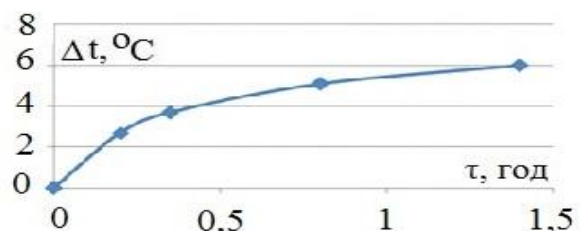


Рис. 6 – Нагрів аудиторії з використанням фенкойлу

Як видно із графіків (рис. 5, 6) застосування фенкойли дозволяє суттєво скоротити режим надтопу (майже в чотири рази).

Отримані результати моделювання планується використовувати для реалізації концепції «переривчастого опалення» корпусу ТТЛ на базі обладнання фірми Gree і додаткового обладнання для покриття пікових навантажень (номінальна теплова потужність в залежності від зовнішньої температури змінюється від $Q=6$ до $Q=18$ кВт), які здійснюють натоп приміщення з 600 -800 та підтримує температуру в приміщенні $t=20$ °С в робочі години (800 – 1500). Попередні розрахунки показали енергетичну ефективність запропонованої системи: економія тепла порівняно з цілодобовим опалюванням, в залежності від температури зовнішнього повітря $t_{нар}$, складає 8-15 %, а коефіцієнт заміщення альтернативним джерелом (тепло навколишнього середовища) в балансі енергоспоживання складе 15-35%.

Висновки та перспективи подальшого розвитку даного напрямку.

– Аналіз результатів дозволяє зробити висновок про адекватність математичної моделі являє собою паралельне з'єднання двох інерційних анок 1-го порядку $W1$ і $W2$ (малоінерційного і великої

інерційності) та експерименту. Як видно з рис. 5.29, експериментальні точки практично збігаються з моделлю $W=W1+W2$ для всіх досліджених об'єктів при різних збурюючих впливах P і u всіх інтервалах часу. Це підтверджує правильність припущення про поєднанні мало - та високоінерційних процесів прогріву повітря в приміщенні.

– Застосування зовнішньої теплової ізоляції дозволяє зменшити теплові втрати приміщень. Використання в якості екрану внутрішніх масивних стін теплової ізоляції дозволяє зменшити режим надтопу та підвищити ефективність застосування переривчастого режиму опалення.

– Аналіз експериментальних даних показав ефективність використання низько інерційних систем опалення з використанням місцевих доводчиків – фенкойлів. Застосування систем високо-інерційних (тепла підлога) використовуватись в добовому режимі переривчастого теплопостачання не раціонально. Такі системи можливо застосовувати в тижневому режимі переривчастого теплопостачання.

Список литературы:

1. *Абильдинова С.К.* О теплонасосных технологиях в централизованных системах теплоснабжения // Становление современной науки: сборник материалов VIII международной научно-практической конференции. – Чехия, 2012. – Раздел 18. – с.41-45.
2. *Баласанян Г.А., Миняйло М.Б., Климчук А. А.* Моделирование режима прерывистого отопления комбинированной системы теплоснабжения с тепловым насосом // Сб. н. тр. Вестник Национального технического университета «ХПИ». Энергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. Х. – Вип. 17. 2015. – с. 97–102.
3. *Мазуренко А.С., Климчук О.А.* Разработка пилотного проекта комбинированной системы теплопостачания навчального корпусу ОНПУ з використанням відновлювальних джерел енергії та теплового акумулювання // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. № 6. – К, 2013. – с. 65–67.
4. *Орлов М.Е., Ротов П.В., Чаукин П.Е., Мордовин В.А.* Об использовании теплонасосных установок в открытых системах теплоснабжения // Теплоэнергетические системы и установки: сб. н. трудов научно-исследовательской лаборатории. – Ульяновск: УЛГТУ: «Теплоэнергетика и теплоснабжение», 2010. – Вып. 7. – с.28-34.
5. Renewable energy in Europe 2016. Recent growth and knock-on effects// European Environment Agency, Report, N 4. 2016. – p.73.
6. *Chwieduk, D.* (2012). Solar assisted heat pumps in comprehensive renewable energy. Comprehensive renewable energy, 3, 495–528.
7. *D. Reay, D. Macmichael.* Heat pumps. – Pergamjn Press, 1998. – 337 p.
8. *Денисова А.Е.* Низкопотенциальные геосистемы теплоснабжения для условий Украины // Сборник научных трудов «Строительные, конструкции, строительные материалы, инженерные системы, экологические проблемы» ОГАСА. 1998. – с.114–116.
9. *Denysova A.E., Mazurenko A.S., Denysova A.S.* Efficiency of multi-module solar collectors as the prefix to the boiler // J.I of the Academy of Sciences of Moldova “Problemele energeticii regionale. S. Termoenergetică”. 2014.– 3(26).– P.53–59.
10. *Chwieduk D.* A series solar assisted heat pump system for family house heating system // Proceeding of 1st World Renewable Energy Congress. Pergamon Press: 1990. – Vol. 2.

11. *Denysova A.E., Mazurenko A.S., Denysova A.S.* Thermal Efficiency of Power Module “Boiler with Solar Collectors as Additional Heat Source” For Combined Heat Supply System // J. of the Academy Sciences of Moldova “Problemele energeticii regionale. S. Termoenergetică”. 2015. – 1(27). P.44–50.

12. Закон України про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки: № 2623-III від 11.07.2001 р. // Закони України. – Київ, 2001.

13. Закон України про енергозбереження: №74/94 від 1.07.1994 р.// Закони України. К, 1997. – Т.7. – С. 281 – 291.

14. *Соколов Е.Я.* Теплофикация и тепловые сети //учебник для вузов. 6-е изд., перераб. М.: Изд-во МЭИ, 1999. – 472 с.

15. *Табунщиков Ю.А., Бродач М.М.* Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. М.: АВОК – ПРЕСС, 2002. – 194 с.

16. *Ланферов В.И., Анисимова Е.Ю.* Анализ возможности экономии тепловой энергии при прерывистом режиме отопления // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2008. – Вып 6. – №12. – С. 30–37.

Bibliography (transliterated):

1. *Abildinova S.K.* O teplonasosnykh tekhnologijach v centralizovanykh sistemakh teplonasabgenija // Stanovlenie sovremennoj nauki:sbornik materialov VII megdunarodnoj konferencii. Chekhia, 2012. – Razdel 18. – p.41-45.
2. *Balasanian G.A., Miniajlo M.B., Klimchuk A.A.* Modelirovanie regima preryvistogo otoplenja kombinirovannoj sistemy teplonasabgenia s teplovym nasosom // Sbornik nauchnykh trudov “Visnik NTU – Khpi. –Energetychni ta tyeplotekhnichni procesy I ustskuvania” – Kharkiv. NTU «Khp». 2015. Vol. 17. – p.97–102.
3. *Mazurenko A.S., Klimchuk O.A.* Rozrobka pilotnogo proektu kombinirovannoj systemy teplopstachania navchalnogo korpusu ONPU s vykorystaniem vidnovluvalnykh dgerel energiji ta teplovogo akumuluvania. // Visnik Kyivskogo nacionalnogo universitetu tekhnologij i dyzajnu. Kyiv. 2013. – N.6. – p. 65–67.
4. *Orlov M.E., Rotov P.V., Chaukin P.E., Mordovin V.A.* Ob ispolzovanii teplonasosnykh ustanovok v otkytkh sistemakh teplonasabgenia // Teploenergeticheskie sistemy i ustanovki: Sbornik nauchnykh trudov naučno-issledovatel'skoj laboratorii. – Ulianovsk: UIGTU: “Teploenergetika i teplonasabgenie”, 2010. – Vol. 7. – p. 28-34.

5. Renewable energy in Europe 2016. Recent growth and knock-on effects // European Environment Agency, Report, N 4. 2016. – p.73.
6. Chwieduk, D. (2012). Solar assisted heat pumps in comprehensive renewable energy. Comprehensive renewable energy, 3, 495–528.
7. D. Reay, D. Macmichael. Heat pumps. – Pergamjn Press, 1998. – 337 p.
8. Denysova A.E. Nizkopotencialnye sistemy teplosnabgenia dlia uslovij Ukrainu // Sb. n. trudov “Stroitelnye konstrukcii, stroitelnye materialy ingenernye sistemy, ekologicheskie problemy” OGASA. Odessa. 1998. – p.114–116.
9. Denysova A.E., Mazurenko A.S., Denysova A.S. Efficiency of multi-module solar collectors as the prefix to the boiler // J. of the Academy Sciences of Moldova “Problemele energeticii regionale. Seria Termoenergetică”. 2014. – 3(26).– P.53–59.
10. Chwieduk D.A. series solar assisted heat pump system for family house heating system // Proceeding of 1st World Renewable Energy Congress. Pergamon Press: 1990. – Vol. 2.
11. Denysova A.E., Mazurenko A.S., Denysova A.S. Thermal Efficiency of Power Module “Boiler with Solar Collectors as Additional Heat Source” For Combined Heat Supply System // Journal of the Academy of Sciences of Moldova “Problemele energeticii regionale. Seria Termoenergetică”. – 2015.– 1 (27) 2015. P.44 – 50.
12. Zakon Ukrainy pro prioritetni napriamki rozvytku nauki i tekhniki № 2623-III - 11.07.2001 p. // Zakony Ukrainy. – Kyiv, 2001.
13. Zakon Ukrainy pro energozberegenia: №74/94 - 1.07.1994 p.// Zakony Ukrainy. – Kyiv, 1997. – Vol.7. – p. 281 – 291.
14. Sokolov E.Y. Teplofikacia i teplovyje seti //Uchebnik dla vuzov. - 6 edd., pererabotannoe. – M.: MEI, 1999. – 472 p.
15. Tabunschikov U.A., Brodach M.M. Matematicheskoe modelirovanie i optimizacia – M.:AVOK PRESS, 2002. – 194 p.
16. Panferov B.I., Anisimova E.U. Analiz vozmognosti ekonomii teplovoj energii pri preryvistom regime otopenia // Vestnik UUrGU. Seria «Stroitelstvo i arkhitektura». 2008. – Vol 6. – N12. – p. 30–37.

Поступила (received)22.11.2017

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Комплексний підхід до впровадження переривчастого теплопостачання в будівлях громадського призначення / О.А.Климчук, А.Є.Денисова, Г.А.Баласанян // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – X. : НТУ «ХПІ», 2017. № 41(1263). – С. 52–57. – Бібліогр.: 16 назв. – ISSN 2220-4784.

Комплексный подход к внедрению прерывистого отопления в зданиях общественного назначения/ А.А.Климчук, А.Е.Денисова, Г.А.Баласанян // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – X. : НТУ «ХПІ», 2017. № 41(1263). – С. 52–57. – Библиогр.: 16 назв. – ISSN 2220-4784.

An integrated approach to implementation of discontinuous heating in public buildings // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students’ scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2017. – № 41(1263). – p. 52–57. Bibliog.:16 titles. – ISSN 2220-4784.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Климчук Олександр Андрійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри теплових електричних станцій та енергозберігаючих технологій, Одеський національний політехнічний університет, тел.: +380681929012; e-mail: ak@ctk.center

Клѳмчѳuk Aleksandr – Ph.D, Docent The department of Thermal Powel Plants and energy saving technologies, Odessa National Polytechnic University, Contact tel.: 380681929019; e-mail: ak@ctk.center

Климчук Александр Андреевич – кандидат технических наук, доцент кафедры тепловых электрических станций и энергосберегающих технологий, Одесский национальный политехнический университет, тел.: +380681929012; e-mail: ak@ctk.center

Денисова Алла Євсїєна – доктор технічних наук, професор кафедри теплових електричних станцій та енергозберігаючих технологій, Одеський національний політехнічний університет, тел.: +380937034825; e-mail: alladenysova@gmail.com

Denysova Alla Evsiiivna – Doctor of technical sciences, Professor the department of Thermal Powel Plants and energy saving technologies, Odessa National Polytechnic University Contact tel.: +380937034825; e-mail: alladenysova@gmail.com

Денисова Алла Евсеевна – доктор технических наук, профессор кафедры тепловых электрических станций и энергосберегающих технологий, Одесский национальный политехнический университет, тел.: +380937034825; e-mail: alladenysova@gmail.com

Баласанян Геннадій Альбертович – доктор технічних наук, професор кафедри теплових електричних станцій та енергозберігаючих технологій, Одеський національний політехнічний університет, тел.: +380677650906; e-mail: balasanyan@opu.ua

Balasanian Gennadiy – Doctor of technical sciences, Professor the department of Thermal Powel Plants and energy saving technologies, Odessa National Polytechnic University Contact tel.: +380677650906; e-mail: balasanyan@opu.ua

Баласанян Геннадий Альбертович – доктор технических наук, профессор кафедры тепловых электрических станций и энергосберегающих технологий, Одесский национальный политехнический университет, тел.: +380677650906; e-mail: balasanyan@opu.ua