



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
АСОЦІАЦІЯ ІНЖЕНЕРІВ ПО ВЕНТИЛЯЦІЇ, ОПАЛЕННЮ ТА
КОНДИЦІОНУВАННЮ «АВОК України»
СПІЛКА ХОЛОДИЛЬЩИКІВ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ**

**XI Всеукраїнська науково-технічна конференція
XI Всеукраинская научно-техническая конференция
XI International scientific conference**

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
MODERN PROBLEMS OF REFRIGERATION EQUIPMENT AND TECHNOLOGY**

21-22 вересня 2017 року

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ



ОДЕСА 2017

УДК 621.565 (075.6)

Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2017. – 243 с.

У збірнику наведені матеріали XI Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні проблеми холодильної техніки та технології» та розглянуто різні аспекти науково-технічних питань, пов'язаних з проектуванням, виготовленням та експлуатацією холодильного обладнання різного призначення, дослідженням робочих тіл та процесів в елементах холодильних та криогенних систем, застосуванням нано та когенераційних технологій, використанням холоду в харчових технологіях, застосуванням і впровадженням нетрадиційних джерел енергії.

В сборнике представлены материалы XI Всеукраинской научно-технической конференции «Современные проблемы холодильной техники и технологии» и рассмотрены различные аспекты научно-технических вопросов, связанных с проектированием, изготовлением и эксплуатацией холодильного оборудования различного назначения, исследованием рабочих тел и процессов в элементах холодильных и криогенных систем, применением нано и когенерационных технологий, использованием холода в пищевых технологиях, применением и внедрением нетрадиционных источников энергии.

Рекомендовано до видання Вченою Радою Одеської національної академії харчових технологій протоколом №6 від 07.11.2017 р.

Відповідальність за достовірність інформації несе автор публікації.
Матеріали публікуються мовою оригінала, наданого автором.

Голова конференції – *Єгоров Богдан Вікторович* – ректор Одеської національної академії харчових технологій, член-кореспондент НААН України, Заслужений діяч науки і техніки, д-р техн. наук, професор.

Заступник голови – *Косой Борис Володимирович* – директор Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, д-р техн. наук, професор.

Члени наукового комітету:

Хмельнюк М.Г. – зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Лагутін А.Є – академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Морозюк Л.І. – д-р техн. наук, професор.

Желізний В.П. – зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Симоненко Ю.М. – зав. кафедрою криогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Мілованов В.І. – зав. кафедрою компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ, заслужений діяч науки і техніки України, д-р техн. наук, професор.

Радченко М.І. – зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Бондаренко В.Л. – д-р техн. наук, професор.

Лавренченко Г.К. – д-р техн. наук, професор.

Семенюк В.О. – к.т.н., директор НВФ «Терміон».

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова – проф. Хмельнюк М.Г.

Науковий секретар – к.т.н. Зімін О.В.

Члени – к.т.н. Буданов В.О., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Стоянов П.Ф., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Ерін В.А., к.т.н. Гайдук С.В., к.т.н. Соколовская В.В., к.т.н. Подмазко І.О., к.т.н. Федоров О.Г.

ТЕМИ ДОКЛАДОВ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

1. 30 РОКІВ МОНРЕАЛЬСЬКОГО ПРОТОКОЛУ. СТРАТЕГІЇ В СФЕРІ ОБІГУ ОЗОНОРУЙНУЮЧИХ ХОЛОДОАГЕНТІВ

Возний В.Ф., к.т.н., президент ВГО «Спілка холодильщиків України»

2. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ І СПОЖИВАННІ РІДКІСНИХ ГАЗІВ

Бондаренко В.Л., доктор техн. наук, професор, МДТУ ім. М. Е. Баумана, м. Москва;

Биканов О.М., «KLA–Tencor Corporation», Milpitas, California, USA;

Симоненко Ю.М., доктор техн. наук, професор, ОНАПТ, м. Одеса

Чигрин А.А., інженер-технолог, ООО «Кріоін Інжиніринг», м. Одеса;

e-mail: ysim1@yandex.ua

3. ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ, ТЕПЛА И ХОЛОДА: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КАФЕДРЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И РЕФРИЖЕРАЦИИ НУК ИМ. АДМИРАЛА МАКАРОВА

Радченко Н.И. доктор техн. наук, професор, Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев, nirad50@gmail.com

4. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

Трушляков Е.И., к.т.н., доц., Радченко А.Н., к.т.н., доц., Грич А.В., к.т.н., ассистент

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев,

nirad50@gmail.com

5. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ. СОЛНЕЧНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АБСОРБЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛО-ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

А.В. Дорошенко, доктор техн. наук, професор кафедры термодинамики и возобновляемой энергетики

6. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВЫБОРЕ КОМПРЕССОРА. СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО ВИНТОВОГО И ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРОВ

В. Гринько Региональный представитель J&E Hall и GEA ВОСК/Генеральный директор ООО «Еврокул

| СЕКЦІЯ № 1. ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ. КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ. | | стр. |
|---|---|-------------|
| ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ | | |
| 21. | ПЕРВИННІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ ЛЬОДОУТВОРЕННЯ НА ВЕРТИКАЛЬНІЙ ТРУБІ ЗА ЇЇ БЕЗПОСЕРЕДНЬОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ВІЛЬНОЇ КОНВЕКЦІЇ ВОДИ Колодзінський Р.І., Пилипенко О.Ю., Форсюк А.В., Засядько Я.І., Грищенко Р.В. | 53 |
| 22. | ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ПРИПЛИВНОГО ПОВІТРЯ МАШИННОГО ВІДДІЛЕННЯ ГАЗОПОРШНЕВОЇ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ Грич А.В. | 55 |
| 23. | ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗПРОВІДНОГО ЗВ'ЯЗКУ ZIGBEE ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ Миرونчук О.Ю. | 57 |
| 24. | ВДОСКОНАЛЕНА УСТАНОВКА НА БАЗІ ГАЗОВОГО ДИГУНА З АБСОРБЦІЙНО-АДСОРБЦІЙНИМ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРОМ Остапенко О. В. | 61 |
| 25. | ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ НА ТЕРМОЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КОНДИЦІОНЕРІВ Кузнецов М. О., Харлампіді Д. Х., Тарасова В. О. | 63 |
| 26. | ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КИПЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНОГО АГЕНТА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ Ольшамовский В.С., Гоголь Н.И. | 66 |
| 27. | МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ СТАЦІОНАРНИХ СИСТЕМ ТЕРМОСТАТУВАННЯ РАКЕТ КОСМІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА НИЗЬКО - І ВИСОКОКИПЛЯЧИХ КОМПОНЕНТАХ ПАЛИВА С.О. Бігун | 69 |
| 28. | ОСУШЕНИЕ ВОЗДУХА В СИСТЕМАХ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ВО ВРЕМЯ ПРЕДСТАРТОВОЙ ПОДГОТОВКИ Бигун С.А., Лагутин А.Е., Демьяненко Ю.И., Гоголь Н.И. | 70 |
| 29. | АНАЛИЗ УДЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЯ НА РЕЖИМАХ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЕЙ ХОЛОДИЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ Козаченко И. С., Лагутин А.Е | 72 |
| 30. | ЗАМІНА ПОВІТРЯНОГО КОНДЕНСАТОРА ВЕЛИКОТОННАЖНОЇ АМІАЧНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ВОДЯНИМ Вассерман О.А., Слинько О.Г. | 75 |
| 31. | ИССЛЕДОВАНИЕ РОТОРНО-ЛОПАСТНОЙ ГАЗОВОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УМЕРЕННОГО ХОЛОДА Трандафилов В.В., Хмельнюк М. Г. | 76 |
| 32. | АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ І МОДЕЛЕЙ РОЗРАХУНКУ СТУПЕНЯ НЕБЕЗПЕКИ ТА ОЦІНКА РІВНЯ РИЗИКУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ Сливинська М.В., Желіба Ю.О., к.т.н., Желіба Т.А. | 78 |
| 33. | ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІНАРНОГО ЛЬОДУ ЯК ХОЛОДОНОСІЯ НА СУДАХ РИБНОГО ФЛОТУ Зімін О. В. | 81 |
| 34. | ОХЛАЖДЕНИЕ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ ГАЗОТУРБИНЫХ УСТАНОВОК КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩИМИ ХОЛ. МАШИНАМИ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННОГО КЛИМАТА Радченко А.Н., Портной Б.С. | 83 |
| 35. | ОХЛАЖДЕНИЕ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ ГЛАВНОГО ДВИГАТЕЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СУДНА ЭЖЕКТОРНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНОЙ С ТЕПЛЫМ НАСОСОМ Радченко Н.И, Калиниченко И.В. | 86 |
| 36. | ОХЛАЖДЕНИЕ НАДДУВОВОГО ВОЗДУХА ГЛАВНОГО ДИЗЕЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СУДНА ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНОЙ Богданов Н.С | 88 |
| 37. | ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ ГАЗОТУРБИНОЙ УСТАНОВКИ С АККУМУЛЯЦИЕЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛУЧЕННОГО КОНДЕНСАТА Прядко А.С. | 90 |
| 38. | ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ХОЛОДИЛЬНОЇ ОБРОБКИ НА ЯКІСТЬ ПЛОДОВИХ СОКІВ ПРИ ЇХ ВИРОБНИЦТВІ Загорко Н.П., Тарасенко В.Г., Буденко С.Ф. | 93 |
| 39. | ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МАЛОШУМЯЩИЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ С ОТТАЙКОЙ ГОРЯЧИМ ГАЗОМ Липневич Д. В | 95 |

УДК 621.565: 681.5: 621.398

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗПРОВІДНОГО ЗВ'ЯЗКУ ZIGBEE ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

Миرونчук О.Ю., НТТУ «КПІ ім. І. Сікорського», Київ, myronchukalex@gmail.com

Централізовані системи холодопостачання окрім холодильних складів широко використовуються для централізованого холодопостачання фенкойлів у системах вентиляції і кондиціонування висотних будівель, торгових комплексів, вокзалів і аеропортів, тощо [1, 2]. Характерною особливістю таких об'єктів є велика протяжність внутрішніх інженерних комунікацій.

У централізованих системах холодопостачання невикористаним резервом енергозбереження є оптимізація системи автоматичного управління режимом роботи центральної холодильної машини. З розгляду формули (1) для холодильного коефіцієнту циклу Карно з врахуванням температурних напорів у конденсаторі та випаровувачі очевидно, що для збільшення холодильного коефіцієнту необхідно мінімізувати температурні напори у теплообмінниках – рис. 1.

$$e = \frac{T_0}{T_{\text{кд}} - T_0} = \frac{(T_{\text{кам}} - \Delta T_0)}{(T_{\text{о.с.}} + \Delta T_{\text{кд}}) - (T_{\text{кам}} - \Delta T_0)} = \frac{T_{\text{кам}} - \Delta T_0}{T_{\text{о.с.}} - T_{\text{кам}} + \Delta T_{\text{кд}} + \Delta T_0} \quad (1)$$

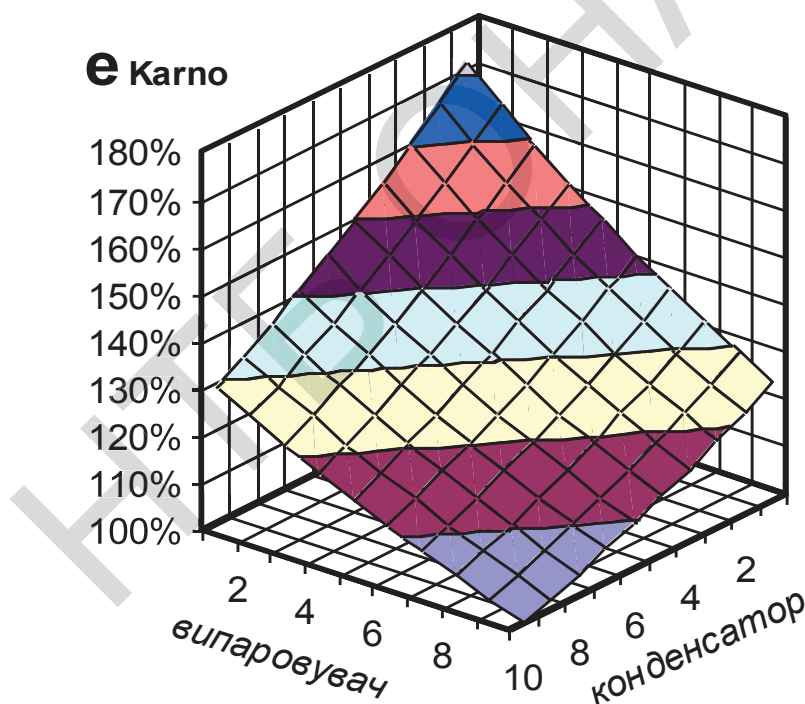


Рис. 1. Залежність холодильного коефіцієнту по (1) від величин температурних напорів у випаровувачі та в конденсаторі при $t_{\text{о.с.}}=35^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{кам}}=10^{\circ}\text{C}$.

Традиційно у централізованих системах холодопостачання постійно підтримується стале фіксоване значення температури кипіння, розраховане з умови відведення максимально можливого проектного теплопритоку в будь-якому із охолоджуваних приміщень. Автоматичне регулювання [3] температури у охолоджуваних приміщеннях здійснюється регулюванням холодопродуктивності окремих повітроохолоджувачів зміною подачі холодильного агенту та тимчасовим відключенням вентиляторів. Регулювання холодопродуктивності холодильної установки в цілому здійснюється відключенням частини компресорів. Недолік такого принципу регулювання полягає в тому, що у періоди роботи з пониженою холодопродуктивністю (наприклад, у нічний час, за холодної погоди і т. п.) холодильна установка змушена працювати із завищеними температурними напорами у теплообмінних апаратах, із значним недовикористанням наявних площ теплообміну.

Доцільно організувати роботу холодильної установки з повним використанням площі теплообмінних апаратів при понижених холодопродуктивностях, зменшивши температурні напори до $\Delta T = q/KF$, що згідно з (1) приведе до зростання холодильного коефіцієнту і, відповідно, підвищення енергоефективності.

У різні моменти часу оптимальні значення температурних напорів у повітроохолоджувачах $\Delta T_i = q_i/K_iF_i$ матимуть різні значення для різних охолоджуваних приміщень. Для центральної холодильної машини на кожну поточну мить часу повинен бути вибраний режим роботи із ΔT_0 рівним максимальному із поточних ΔT_i . При цьому повітроохолоджувач, у якого $\Delta T_i = \Delta T_0$ працюватиме з максимальною холодопродуктивністю, а регулювання холодопродуктивностей повітроохолоджувачів у інших приміщеннях може здійснюватись вищерозглянутими способами.

Для управління централізованим холодопостачанням по розглянутому принципу необхідна система автоматизованого збору і централізованої обробки інформації про стан оточуючого середовища, температурні режими охолоджуваних приміщень, режим роботи холодильної системи та її окремих елементів. В основі системи автоматичного управління повинна лежати комп'ютерна програма, моделююча роботу системи холодопостачання. Моделююча програма повинна відслідковувати динаміку змін станів оточуючого середовища та охолоджуваних об'єктів, прогнозувати їх очікувані стани та випрацьовувати рішення щодо вибору оптимального поточного значення температури кипіння. При цьому повинні враховуватись втрати тиску та запізнення, які виникають із-за протяжності трубопроводів та кінцевої швидкості руху холодильного агенту в них.

Система автоматизації повинна складатись із центрального сервера та локальних контролерів, які забезпечують збір інформації та управління роботою приводами виконавчих механізмів.

Постійний інтенсивний двосторонній обмін потоками інформації між локальними контролерами і сервером вимагає наявності відповідної комунікаційної мережі. Традиційним рішенням є застосування кабельних ліній, що при великій їх протяжності і розгалуженості є затратним. Також проблемною є недостатня надійність кабельних ліній, легкість їх пошкодження, складність пошуків обривів. Тому останнім часом все більша увага та перевага надається застосуванню безпроводних комунікацій, які базуються на системах радіозв'язку [4, 5].

У вирішенні задач контролю і збору інформації широкого застосування набули наступні стандарти безпроводного зв'язку: IEEE 802.15.1 (Bluetooth), IEEE 802.11 (WiFi) та IEEE 802.15.4 (ZigBee). При вирішенні поставленої задачі слід звернути увагу на особливості кожного із стандартів.

Технологія Bluetooth розроблялась для мобільних пристроїв, вона має низьке енергоспоживання, але при цьому швидкість передачі інформації і дальність дії є невеликими. Технологія WiFi створювалась для заміни провідникового інтерфейсу Ethernet. Вона забезпечує високі швидкості передачі даних, але потребує значного енергозабезпечення. Радіус дії WiFi на відкритій території сягає 300 м. Всередині приміщень із-за екранування залізобетонними конструкціями та наявності електромагнітних завад радіус дії WiFi не перевищує 50 м.

Технологія ZigBee від початку створювалась для розподілених мереж сенсорів і пристроїв керування з невисокими швидкостями передачі даних і забезпечує мінімальне споживання енергії. На відміну від WiFi і Bluetooth, мережі яких мають прості топології (точка – точка, зірка), технологія ZigBee дає можливість будувати мережі зі складною комірковою топологією (mesh-топологією), які самоорганізуються і самовідновлюються [5].

В мережах з mesh-топологією будь-які два пристрої можуть зв'язуватися між собою як безпосередньо, так і через проміжні вузли мережі. Повідомлення переходить від вузла до вузла до тих пір, поки не дійде до кінцевого отримувача. Наявність декількох шляхів проходження повідомлення робить систему більш надійною, так як при виході з ладу одного з вузлів повідомлення буде передано через інший. Також відпадають проблеми щодо прямого радіозв'язку з територіально віддаленими об'єктами.

В мережах ZigBee існує три види вузлів: координатор, маршрутизатор, кінцевий пристрій (Рис. 2). Координатор – це пристрій, який організовує мережу. Він є головним пристроєм в мережі і відповідає за безпеку мережі, обирає радіочастотний канал, дозволяє або забороняє підключення до мережі нових пристроїв. Маршрутизатори виконують функцію ретрансляторів і використовуються для розширення радіусу дії мережі. Координатор також виконує функції маршрутизатора. Кінцевий пристрій – це пристрій, який підключається до мережі через батьківський вузол – маршрутизатор або координатор – і не бере участь в маршрутизації трафіку. Весь його зв'язок з мережею полягає в обміні даними з батьківським вузлом. Кінцеві пристрої, зазвичай, виконують функції датчиків або контролерів виконуючих пристроїв. На відміну від маршрутизатора і координатора, які потребують підключення до стаціонарного живлення, кінцевий пристрій може працювати в режимі пониженого енергоспоживання і живитись від батарейок.

Так як вузли мережі ZigBee розташовуються поряд з датчиками і виконавчими органами системи автоматичного управління холодильною установкою, то проблем їх підключення до стаціонарного живлення виникати не повинно.

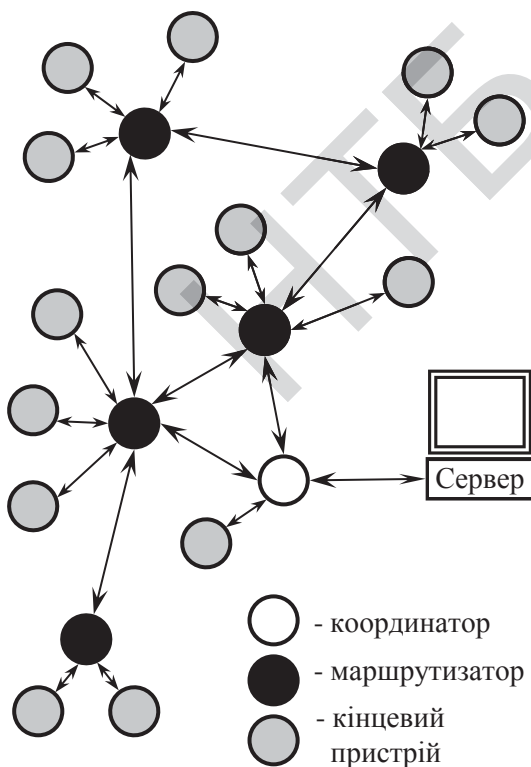


Рис. 2. Mesh-топологія мережі ZigBee

Висновки

Для підвищення енергоефективності централізованих систем холодопостачання необхідно їх експлуатувати з температурою кипіння, адаптованою до поточної величини теплового навантаження.

Для визначення необхідної поточної величини температури кипіння система автоматичного контролю і управління повинна забезпечувати розподілений збір та централізовану обробку даних щодо температурних режимів у охолоджуваних приміщеннях

Для територіально протяжних об'єктів для передачі потоків даних у системах автоматизації доцільно застосовувати технологію безпроводних мереж ZigBee.

Література

1. Раев В.Н. Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) на примере системы автоматизации зданий стадиона «Химик» (г. Кемерово, Россия). / В.Н. Раев, М.В. Василевский // Интернет-газета «Холодильщик.ru» [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.holodilshchik.ru/ASUTP_Raev_Vasilevskiy.pdf
2. Панкратов В. В. Системы автоматизации и диспетчеризации высотных жилых комплексов / В. В. Панкратов, А. Н. Колубков, Н. В. Шилкин // АВОК №4'2005 [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2857
3. Полевой А. А. Автоматизация холодильных установок и систем кондиционирования воздуха / А. А. Полевой. – СПб.: «Профессия», 2010. – 244 с.
4. Артюшенко В. М. Анализ беспроводных технологий обмена данными в системах автоматизации жизнеобеспечения производственных и офисных помещений / В. М. Артюшенко, В. А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (УГНТУ) №2, т. 6, 2010 г. С. 18-24. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-besprovodnyh-tehnologiy-obmena-dannymi-v-sistemah-avtomatizatsii-zhizneobespecheniya-proizvodstvennyh-i-ofisnyh-pomescheniy>
5. Zefeng Yi. ZigBee Technology Application in Wireless Communication Mesh Network of Ice Disaster / Zefeng Yi, Hui Hou, Zhaoyang Dong, Xiongkai He, Zeyan Lv, Chengzhi Wang, Aihong Tang // The 6th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT-2015), the 5th International Conference on Sustainable Energy Information Technology (SEIT-2015). Procedia Computer Science. Volume 52 (2015), Pages 1206-1211. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705091500959X>