

**ПОРІВНЯННЯ РОБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК
НЕІНВЕРТОРНОГО ТА ІНВЕРТОРНОГО КОНДИЦІОНЕРІВ**

Галузь знань: _____ "Енергетичне машинобудування" _____

Секція: _____ "Кріогенна та холодильна техніка" _____

Конкурсна робота

Код "Інвертор"

Херсон 2020

АНОТАЦІЯ

Тема: «Порівняння робочих характеристик неінверторного та інверторного кондиціонерів».

Код «Інвертор».

Мета дослідження – дослідження роботи неінверторного та інверторного кондиціонерів.

Одним з шляхів підвищення ефективності обладнання для створення комфортного мікроклімату в приміщеннях є використання інверторних кондиціонерів.

Перед нами поставлена задача: порівняти ефективність роботи звичайного та інверторного кондиціонерів близької потужності.

Об'єкт дослідження – інверторний та неінверторний кондиціонери.

Предмет дослідження – ефективність роботи звичайного та інверторного кондиціонерів близької потужності.

Мета дослідження – порівнянні роботи в аналогічних за площею приміщеннях кондиціонерів різних типів.

Основні задачі дослідження:

1. аналіз роботи кондиціонерів різних типів;
2. побудова робочих характеристик неінверторного та інверторного кондиціонерів при роботі у зимовий та літній періоди;
3. аналіз отриманих експериментальних даних та формулювання рекомендацій щодо використанні кондиціонеру певного типу.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, 3 розділів та висновків. Обсяг роботи становить 28 сторінок машинописного тексту, 12 рисунків, бібліографія з 21 найменування.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ БУДОВИ ТА РОБОТИ ЗВИЧАЙНИХ НЕІНВЕРТОРНИХ ТА ІНВЕРТОРНИХ КОНДИЦІОНЕРІВ.....	6
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ НЕІНВЕРТОРНОГО ТА ІНВЕРТОРНОГО КОНДИЦІОНЕРІВ.....	14
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	25
ВИСНОВКИ.....	26
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	27

ВСТУП

Актуальність дослідження

Здоров'я, працездатність, та і просто самопочуття людини в значній мірі визначаються умовами мікроклімату і повітряного середовища в приміщеннях. Людство шукає всілякі шляхи, які дозволяють йому забезпечувати своє комфортне існування, долати природні катаклізми. Одним з досягнень людини є кліматичне обладнання, використанням якого досягається оптимальний мікроклімат в самих різних приміщеннях, що використовуються для роботи, проживання та відпочинку [1].

Сучасні автоматизовані системи кондиціонування повітря підтримують задані параметри повітря в приміщенні незалежно від коливань параметрів навколишнього середовища. Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів, званих системою кондиціонування повітря (СКП) [2].

Системи кондиціонування забезпечуються засобами для очищення повітря від пилу, бактерій і запахів; підігрівання, зволоження й осушення його; переміщення, розподілу та автоматичного регулювання температури повітря, його відносної вологості, а іноді й засобами регулювання газового складу і вмісту заряджених іонів в повітрі; а також – засобами дистанційного керування й контролю. Системи кондиціонування великих громадських будівель обслуговуються комплексними автоматизованими системами управління [5, 7].

З урахуванням зростаючих цін на енергоносії кондиціонування повітря влітку й опалювання приміщень взимку вимагає впровадження нових інноваційних технологій. Наприклад, застосування в кондиціонуванні теплових насосів забезпечує оптимальний комфорт круглий рік і легкість перемикання з режиму опалювання на режим кондиціонування повітря [6].

Сучасні умови життя людини вимагають ефективних штучних засобів оздоровлення повітряного середовища. Одним з рішень даної проблеми може бути застосування кондиціонування.

Ведеться активна робота щодо створенні нових конструкцій потужних і економічних кондиціонерів. Так, на зміну так званим віконним кондиціонерам прийшли спліт- і мультіспліт-системи. В наш час активно впроваджуються інверторні кондиціонери, які витісняють звичайні спліт-системи.

Вивчення режимів роботи різних типів кондиціонерів дозволяє правильно підібрати для конкретних умов той чи інший тип цих приладів.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ БУДОВИ ТА РОБОТИ ЗВИЧАЙНИХ НЕІНВЕРТОРНИХ ТА ІНВЕРТОРНИХ КОНДИЦІОНЕРІВ

Звичайний **неінверторний кондиціонер** після запуску на заданій потужності приводить температуру в приміщенні до зазначеної на пульті, після чого компресор і вентилятор відключаються, оскільки датчик температури сигналізує про досягнення необхідної температури. Датчик перебуває на самому внутрішньому блоці кондиціонера і знімає показання в безпосередній близькості від теплообмінника. Температура відключення може відрізнятись від виставленої на пульті на 3-5 °С, так не досягається підтримка точних значень температури в приміщенні і при незначному підвищенні температури в кімнаті знову відбувається пуск компресора, потім процес повторюється [8, 19].

Отже, принцип роботи неінверторного кондиціонера базується на періодичному підключенні та відключенні компресора з єдиним режимом роботи – максимальна потужність.

Через неможливість точного досягнення заданої температури кондиціонер працює з "надлишком", коли в цьому немає потреби. Більше того, при різких скачках виникають напруги мережі, ввімкнення і вимикання агрегату, при цьому витрати електроенергії стають максимальними, тому зростають витрати на експлуатацію. (Примітка: річ у тому, що такий режим роботи створює реактивну складову струму, з усіма характерними негативними наслідками, такими як нагрівання електричної мережі, відповідно).

Інверторний кондиціонер – торгова назва кондиціонерів повітря, у яких є можливість зміни частоти обертання двигуна компресора (інвертор – лат. *inverto* – перевертаю, звертаю, змінюю). Блок управління у таких кондиціонерах перетворює змінну напругу живлення промислової частоти в постійну напругу, а потім з неї генерує змінну напругу необхідної частоти. Таке перетворення дозволяє обирати дешевий двигун компресора та в широких межах регулювати його швидкість обертання. Завдяки такій технології інверторні кондиціонери більш економічні і забезпечують більш гнучку і точну підтримку температури,

ніж кондиціонери із звичайним компресором. Крім того, вони можуть працювати в більш широкому діапазоні зовнішніх температур.

Перший інверторний кондиціонер з'явився в 1981 році в Японії. Сьогодні інверторна технологія використовується практично у всіх виробників кліматичного обладнання нарівні зі звичайними кондиціонерами.

Інверторні кондиціонери у порівнянні з неінверторними працюють за іншим принципом – при запуску кондиціонера він плавно виходить на необхідну продуктивність, не завжди виникає потреба виходити навіть на номінальну потужність. Після того, як повітря в приміщенні вже остудилося до необхідної температури, кондиціонер не відключається, а знижує потужність (оборотів), підтримуючи температуру в приміщенні на заданому рівні.

Як результат, відсутні постійні ввімкнення/вимикання компресора і двигуна, що добре позначається не лише на його довговічності. За рахунок такого режиму роботи досягається така актуальна сьогодні енергоефективність, "розумне" обладнання буде працювати строго, відповідно до заданих параметрів, а не "даремно". Також позитивним моментом є знижений рівень шуму при роботі інверторного кондиціонера, а різниця температур між заданою користувачем і фактично забезпеченою обладнанням може коливатися в межах $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Переваги та недоліки інверторних кондиціонерів.

Говорячи про плюси і мінуси інверторних систем кондиціонування, в першу чергу слід відзначити, що негативних сторін у цієї техніки істотно менше, ніж переваг. Основні переваги полягають у наступному:

- підтримання заданої температури за рахунок можливості точного регулювання роботи двигуна компресора і вентиляторів;
- економія електроенергії, адже на практиці 90 % часу від працюючого кондиціонера не вимагається робота на його повну номінальну потужність, а режим "вмикання/вимикання" у кондиціонерів постійної потужності створює підвищене навантаження на мережу за рахунок високих пускових струмів;

- довговічність компресора – менше зношування устаткування за рахунок того, що значну частину часу воно працює не на межі своєї потужності, а в "економних" режимах;

- низький рівень шуму – оскільки компресор інверторного кондиціонера працює на знижених обертах, за рахунок цього знижується вироблений ним шум.

Окрім цього, інверторні кондиціонери мають додаткові переваги:

1. Перше – це економічність. Завдяки інверторному компресору, кондиціонери з маркуванням Inverter набагато економічніші за класичні кондиціонери. За різними даними, інвертування дозволить економити до 30 % електроенергії. Як правило, всі інверторні кондиціонери відносяться до класу А енергоспоживання, і вище.

2. Інверторні кондиціонери швидко набирають потрібну температуру, компресора цих моделей набагато могутніші за класичні on/off. Досягши необхідної температури приміщення, швидкість обертання змінюється і кондиціонер працює постійно на низьких обертах (рис. 1). Це дає другу важливу ознаку інвертування – тишу. Інверторні кондиціонери набагато тихіші за класичні on/off.

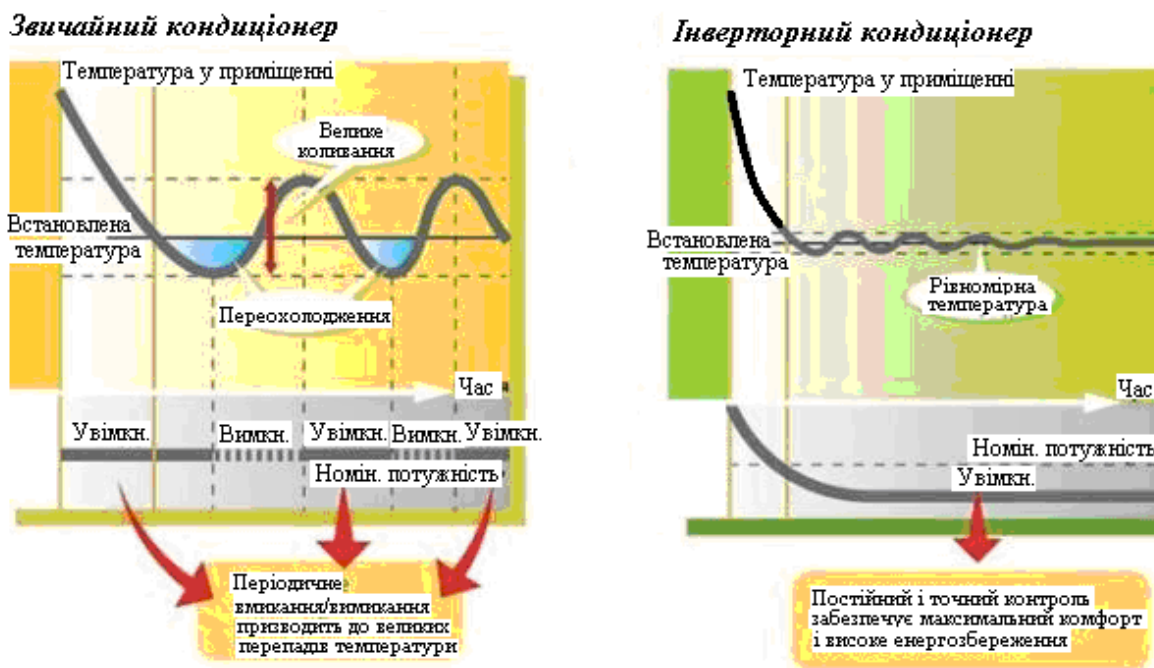


Рисунок 1. Робота звичайного та інверторного кондиціонера.

3. Інверторні кондиціонери менш вимогливі до підбору мінімальної потужності. Могутніший кондиціонер чудово впорається з маленькою площею приміщення, тоді як звичайний вийде з ладу набагато швидше за рахунок частих запусків компресора.

4. Інверторні кондиціонери не мають пускових струмів. Помічали, що при включенні могутнього електричного приладу в умовах поганої електрифікації, проводка дає короткочасну «просядку». Це говорить про особливості запуску компресора. Часто, для запуску необхідний струм вище за номінальний в 2 або навіть в 3 рази. Інверторні кондиціонери позбавлені даного недоліку. Запуск компресора завжди буде плавним, без перезавантажень.

5. Одна з основних особливостей – робота кондиціонера на опалювання. Виконуючи функцію теплового насоса, кондиціонер дуже ефективний. Він економічніший за електричний, газовий і навіть деяких альтернативних видів опалювання. Споживаючи 1 кВт електроенергії, кондиціонер в режимі теплового насоса видає від 3 до 6 кВт тепло (залежить від моделі). Але звичайні кондиціонери небажано використовувати при температурі на вулиці 0 °С і нижче. Інверторні кондиціонери можна сміливо використовувати до -10 °С, -15 °С, а деякі моделі і до -25 °С. Це дозволяє використовувати їх як повноцінну систему електричного опалювання.

Мабуть єдиним вагомим недоліком інверторного кондиціонера можна назвати відносно високу вартість у порівнянні з традиційними спліт-системами, причина криється у складнішому технічному процесі виробництва його компресора і систем управління. Але цей мінус компенсується суттєвою економією на експлуатації даних кондиціонерів, оскільки компресор не створює перепадів напруги і різких стрибків, внаслідок чого споживається мінімальна кількість енергоресурсів.

Основною відмінністю інверторного кондиціонера від звичайного – його електронна схема [20].

У табл. 1 дається порівняння продуктивності й енерговитрати для різного типу кондиціонерів. Як видно з наведених даних, кондиціонери з інверторною

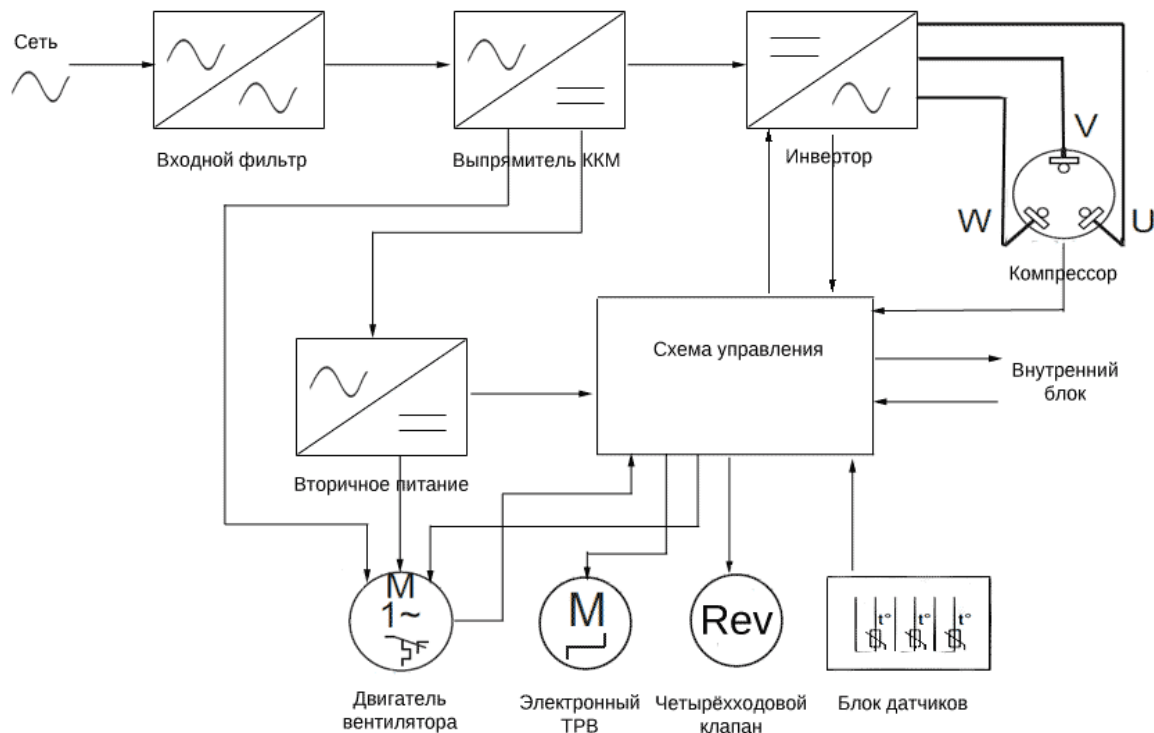


Рисунок 4. Електронна схема інверторного кондиціонера.

спліт-системою мають суттєві переваги перед кондиціонерами з традиційною спліт-системою як за продуктивністю, так і за витратою енергії.

Таблиця 1.

Середньомісячне споживання електроенергії кондиціонером при його використанні 4 години на добу

Тип кондиціонера	Клас енергетичної ефективності	Продуктивність, Вт/год	Споживання енергії, кВт/год	Щомісячна витрата електроенергії, кВт
Мобільний кондиціонер	клас А	2500	0,96	115,4
Традиційна спліт-система	клас D	2500	0,96	114,9
	клас А	2500	0,78	93,5
Інверторна спліт-система	клас А+	2500	0,58	69,8

Згідно з прийнятою в січні 2013 року 5-ї редакції закону про енергетичну ефективність в Євросоюзі неможливий продаж традиційних неінвенторних кондиціонерів з низьким COP. У зв'язку з посиленням вимог енергетичної ефективності в усьому світі відбувається зростання частки інверторів у долі продаж, що видно з таких даних [14]:

Країна	Частка продаж інверторів
Японія	100 %
Європа з 2013 року	100 %
Австралія	90 %
Китай	60 %

Будова інвертора кондиціонера

Будова інвертора кондиціонера залежить від типу двигуна – змінного або постійного струму [20].

У звичайному кондиціонері асинхронний двигун змінного струму працює на промисловій частоті і частота обертання валу визначається числом пар полюсів і частотою струму електромережі. Стандартні електродвигуни мають постійне число полюсів, оскільки це визначається конструкцією у виробництві, частота обертання змінюється в залежності від частоти струму мережі (в Україні це 5 Гц). Промислові багатошвидкісні електродвигуни (з кількома додатковими обмотками – парами полюсів) для використання в компресорах можуть бути оптимізовані за ефективністю, обертальним моментом і коефіцієнтом потужності тільки для певної частоти обертання (на практиці – промислової). На будь-якій іншій частоті багатошвидкісний електродвигун показує значно гірші результати за ефективністю роботи та загальним ККД системи електродвигун – вал компресора. Зміна частоти обертання валу компресора – один з методів регулювання продуктивності холоду – використовується в компресорах об'ємного типу (роторних і спіральних у випадку кондиціонерів). Сучасні компресори постачені

спеціальним електричним двигуном з плавною швидкісною модуляцією змінного або постійного струму.

Плавність регулювання можливою з появою електричних перетворювачів частоти (частотних інверторів) достатньої потужності для зміни швидкості промислових, а значить, недорогих асинхронних двигунів.

На рис. 5 показана будова інвертора кондиціонера у загальних рисах.

Внаслідок високої вартості виробництва напівпровідників для інверторів використання інверторного управління призводить до здорожчення приладу, але затрати швидко окупаються внаслідок можливості використання кондиціонера на обігрівання за таких низьких температур, при яких звичайні кондиціонери для зимового обігріву згоряють (від $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ і навіть $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$).

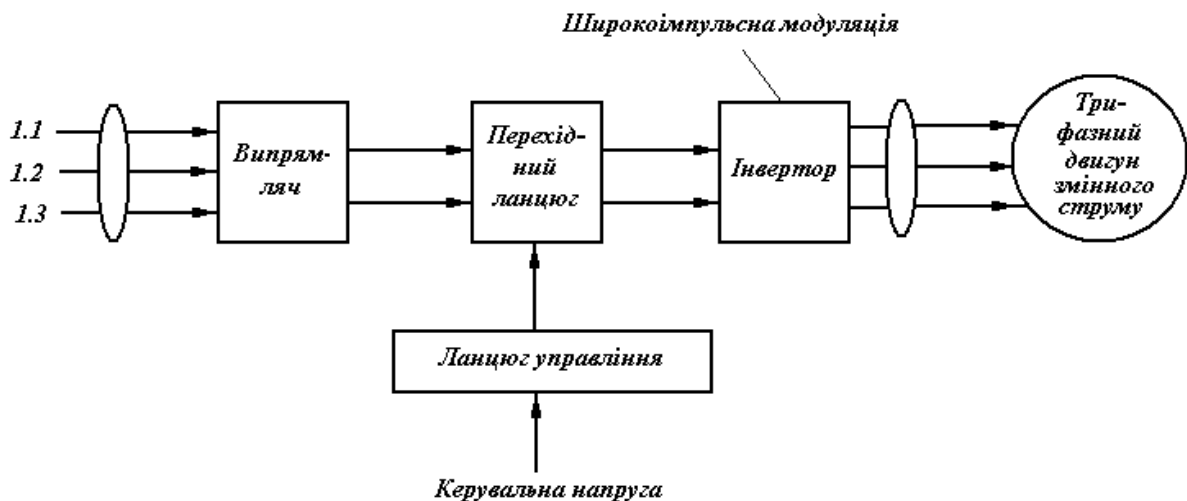


Рисунок 5. Будова інвертора кондиціонера.

При використанні частотних інверторів для відповідного налаштування магнітного потоку потрібна одночасна зміна напруги живлення, що впливає на обертальний момент приводу, у той час як для експлуатації об'ємних компресорів (поршневих, гвинтових і спіральних) потрібен постійний обертальний момент в усьому діапазоні частот обертання. Тому з точки зору магнітних умов зміна напруги повинна бути пропорційною зміні частоти f (рис. 6):

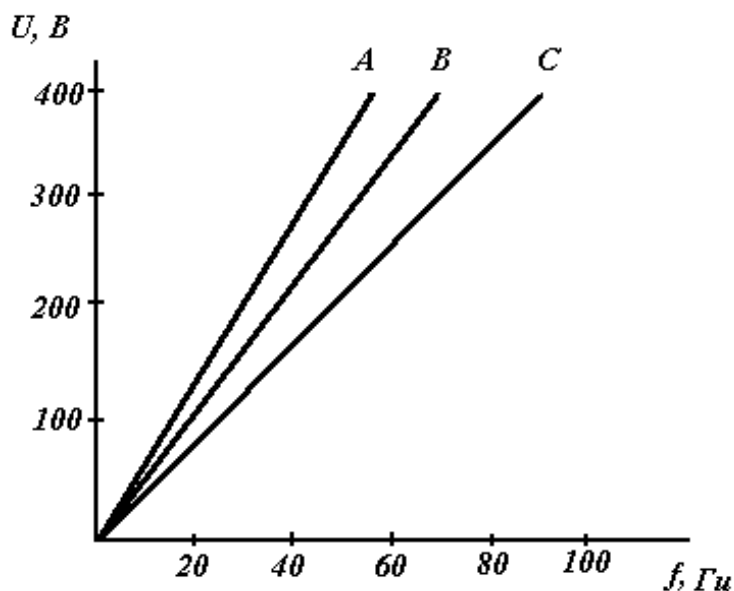


Рисунок 6. Зміна напруги зі зміною частоти:

A – електродвигун 400 В, 50 Гц, 3 фази;

B – електродвигун 400 В, 60 Гц, 3 фази;

C – електродвигун 230 В, 60 Гц, 3 фази.

Звичайні інвертори не можуть дати живильну напругу двигуна вище за напругу мережі. Тому на асинхронний двигун, розрахований на певну напругу мережі живлення (наприклад, 220 В, 50 Гц, 1 фаза) під час роботи з підвищеною синхронною частотою, більшою за промислову, буде подаватися напруга нижча за потрібну для забезпечення магнітних умов, а значить, повного обертового моменту. Використовувати таке управління асинхронним двигуном можна за умови перевищення встановленої потужності двигуна, а значить, достатнього резерву потужності при максимальному навантаженні на компресор (близько 25 %, якщо частота доходить до 60 Гц). У разі відмови інвертора можлива робота в аварійному режимі напряму від джерела електропостачання. Двигуни постійного струму на неодимових магнітах не мають проблеми зниження потужності кондиціонера з підвищенням частоти обертання ротора компресора, тому двигуни постійного струму все частіше використовують у компресорній техніці.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ НЕІНВЕРТОРНОГО ТА ІНВЕРТОРНОГО КОНДИЦІОНЕРІВ

Для дослідження були взяті два кондиціонери – неінверторний Cooper & Hunter CH-S07XN7 і інверторний COOPER & HUNTER серії Nordic EVO NG (inverter) CH-S09FTXN-NG.

Опис кондиціонера Cooper & Hunter CH-S07XN7.

Кондиціонер Cooper & Hunter CH-S07XN7 дозволяє з легкістю забезпечити комфортні кліматичні умови в приміщенні площею до 20 м². Крім охолодження і обігріву, він здатний також осушувати й очищати повітря за допомогою технології CH SMART-ION Filter. Прилад працює з низьким рівнем шуму і мінімальним споживанням електроенергії, має функцію самоочищення внутрішнього блоку та інтелектуальну розмороження. Передбачений режим комфортного сну й інтелектуальна система управління в режимі Авто, є 24-годинний таймер включення/ вимикання, система, що відповідає за затримку пуску вентилятора, і система стабілізації напруги. Управління ж кондиціонером здійснюється за допомогою простого і зрозумілого пульта ДУ з бактерицидним покриттям і дисплеєм.

Характеристики:

Спліт-система • монтаж: настінний • приміщення 20 м² • потужність охолодження: 2,25 кВт • потужність обігріву: 2,35 кВт.

Вартість 8130 грн.

Опис кондиціонера COOPER & HUNTER серії Nordic EVO NG (inverter) CH-S09FTXN-NG

Багатофункціональний кондиціонер COOPER & HUNTER серії Nordic EVO NG (inverter) CH-S09FTXN-NG, що працює на озонобезпечному фреоні R-32, буде створювати комфортні умови в приміщенні площею до 25 м². Інверторний с малим шумом (19-40 дБ) двигун приладу в режимі обігріву (від -25 °С до +24 °С)

працює з енергоефективністю A+++ , а в режимі охолодження (від +18 °C до +52 °C) – з енергоефективністю A++ . Модель працює в режимах Turbo, Енергозберігаючий,осушення повітря, Вентиляція, Обігрівання, Охолодження і Нічний режим. Пристрій управляється за допомогою пульта дистанційного керування і має функцію таймера. Значно полегшують експлуатацію кондиціонера COOPER & HUNTER CH-S09FTXN-NG вбудовані системи самодіагностики, автоматичного очищення і авторозморозки зовнішнього блоку.

Характеристики:

Спліт-система • монтаж: настінний • приміщення 25 м² • потужність охолодження: 2,7 кВт • потужність обігріву: 2,8 кВт • інверторний двигун.

Ціна 15963 грн.

Кондиціонери були встановлені у сусідніх аналогічних приміщеннях площею 18 м². Приміщення розташовані з одного боку будівлі, мають одне вікно і не мають стін, що межують зі сходовими маршами.

Прилади, що використовувались для проведення досліджень

Величини, які піддавалися замірам та контролю при проведенні досліджень: потужність, що споживає електродвигун компресора, температура холодоносія, оточуючого середовища і швидкість руху повітря. Ці величини вимірювались типовими приладами.

Для вимірювання потужності був використаний ватметр UNI-T UT230V-EU.

Температур повітря вимірюваась за допомогою ртутних термометрів, які розміщались у приміщенні у відповідності з рекомендаціями [13]. Вимірювання температури повітря рекомендується проводити на відстані, що становить 0,5 м від внутрішньої поверхні зовнішніх стін, в трьох точках по висоті приміщення: 0,25 м, 1,5 м від рівня підлоги на відстані 0,25 м від стелі.

Витрата електроенергії вимірювалась за допомогою електричного лічильника.

Зняття робочих характеристик кондиціонерів

Було проведено зняття робочих характеристик неінверторного Cooper & Hunter CH-S07XN7 і інверторного COOPER & HUNTER серії Nordic EVO NG (inverter) CH-S09FTXN-NG кондиціонерів при їхній роботі в літній (охолодження повітря) і зимовий (нагрівання повітря) періоди.

Для отримання робочих характеристик при певній температурі у приміщенні включався кондиціонер і через визначені відрізки часу проводились вимірювання температури і потужності, що витрачає кондиціонер. Заміри проводились для неінверторного та інверторного кондиціонерів при їхній роботі «на холод» і «на тепло».

Робота кондиціонера «на холод»

«На холод» працювала схема (рис. 7).

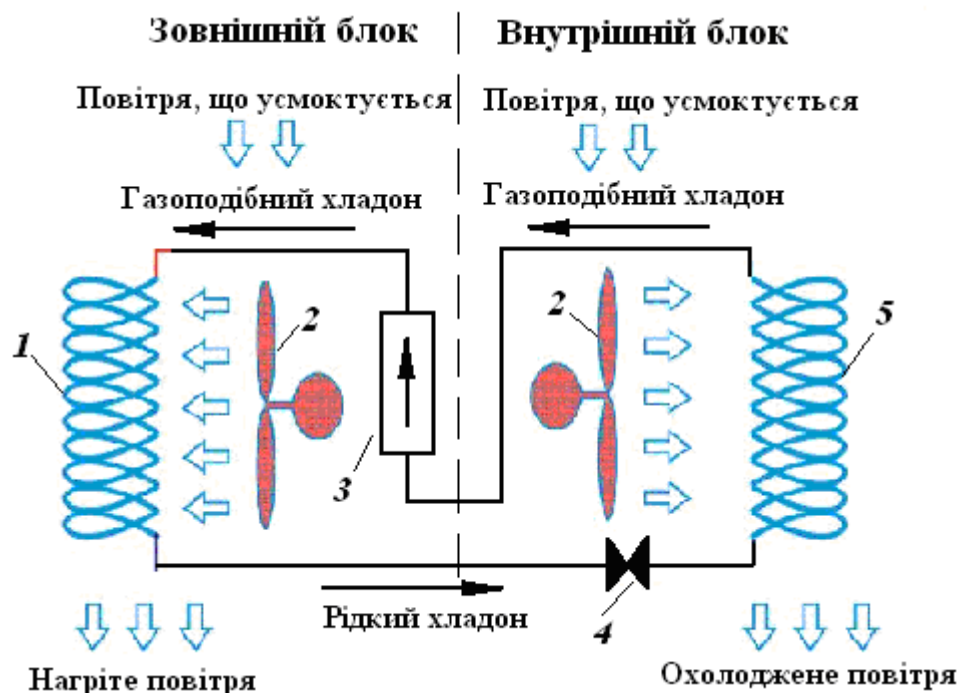


Рисунок 7. Робота кондиціонера «на холод»:

1 – конденсатор; 2 – вентилятори; 3 – компресор; 4 – ТРВ; 5 – випарник.

Дані наведені в табл. 2.

Таблиця 2.

Робочі характеристики неінвертного та інвертного кондиціонерів при роботі «на холод» на протязі 6 год

Задана температура, °С	Час роботи кондиціонера, хв	Неінверторний кондиціонер		Інверторний кондиціонер			
		Температура у приміщенні при включенні кондиціонера, °С	Споживання енергії, кВт	Температура у приміщенні при включенні кондиціонера, °С	Споживання енергії, кВт		
Початкова температура у приміщенні 36 °С							
20	5	29	0,08	0,32	30	0,08	0,24
	10	20	0,08		25	0,08	
	15	18	0,08		23	0,04	
	20	17	0,08		20	0,04	
	25	20	0	0	20	0,04	0,36
	30	23	0,08	0,24	20	0,04	
	35	23	0,08		21	0,04	
	40	24	0,08		20	0,04	
	45	25	0	0	20	0,04	
	50	24	0		19	0,04	
	55	19	0,08	0,16	20	0,04	
60	18	0,08	20		0,04		
Сумарна витрата енергії		$\Sigma=0,32+(0,4/40)\times 60\times 6=3,9$ кВт			$\Sigma=0,24+(0,36/45)\times 60\times 6=3,1$ кВт		
Щомісячна витрата електроен., кВт (в розрахунку на 21 робочий день)		81,9			65,1		
Вартість електроенергії (в розрахунку на 1,68 грн за 1 кВт/год)		137,59			109,37		

Продовження табл. 2.

Початкова температура у приміщенні 30 °С								
20	5	26	0,08	0,24	26	0,08	0,16	
	10	17	0,08		23	0,08		
	15	18	0,08		20	0,04		
	20	20	0	0	20	0,04	0,40	
	25	25	0		20	0,04		
20	30	28	0,08	0,24	20	0,04		
	35	27	0,08		20	0,04		
	40	25	0,08		20	0,04		
	45	18	0	0	20	0,04		
	50	17	0		20	0,04		
	55	26	0,08	0,16	20	0,04		
	60	27	0,08		20	0,04		
Сумарна витрата енергії		$\Sigma=0,24+(0,4/45)\times 60\times 6=$ $=3,4$ кВт			$\Sigma=0,16+(0,40/50)\times 60\times 6=$ $=3,0$ кВт			
Щомісячна витрата електроенергії, кВт (в розрахунку на 21 робочий день)		71,4			63			
Вартість електроенергії (в розрахунку на 1,68 грн за 1 кВт/год)		119,95			105,84			

Продовження табл. 2.

Початкова температура у приміщенні 26 °С							
20	5	21	0,08	0,16	23	0,08	0,08
	10	17	0,08		20	0,04	0,44
	15	20	0	0	20	0,04	
	20	23	0		20	0,04	
	25	24	0		20	0,04	
	30	25	0,08	0,4	20	0,04	
	35	24	0,08		20	0,04	
	40	24	0,08		20	0,04	
	45	23	0,08		20	0,04	
	50	22	0,08	0	20	0,04	
	55	17	0		20	0,04	
	60	16	0		20	0,04	
Сумарна витрата енергії		$\Sigma=0,16+(0,4/50)\times 60\times 6=$ $=3,0$ кВт			$\Sigma=0,08+(0,44/55)\times 60\times 6=$ $=2,9$ кВт		
Щомісячна витрата електроенергії, кВт (в розрахунку на 21 робочий день)		63			61		
Вартість електроенергії (в розрахунку на 1,68 грн за 1 кВт/год)		105,84			102,48		

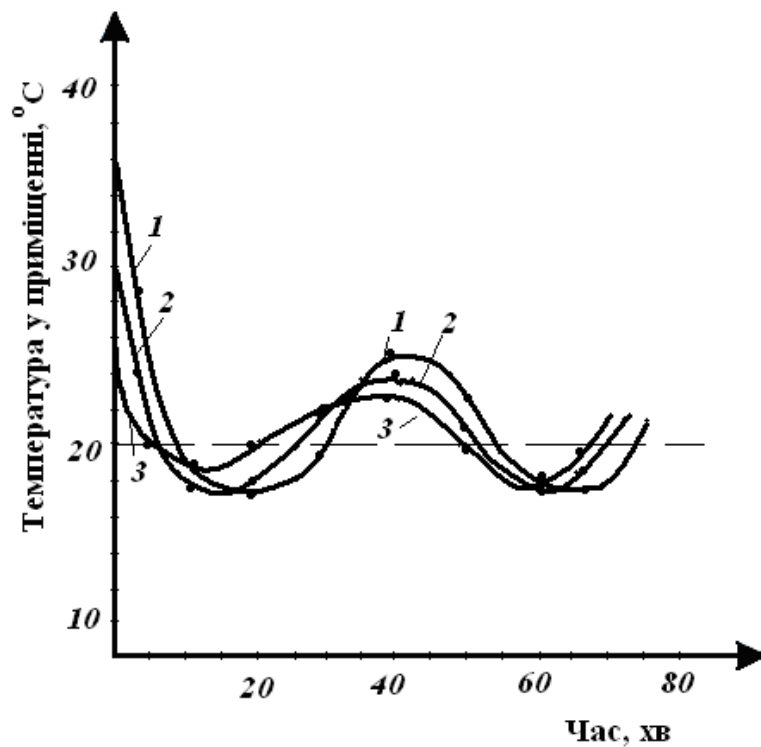


Рисунок 8. Зміна температури у приміщенні в залежності від часу роботи «на холод» *неінверторного* кондиціонера при початковій температурі у приміщенні:
1 – 36 °C; 2 – 30 °C; 3 – 26 °C.

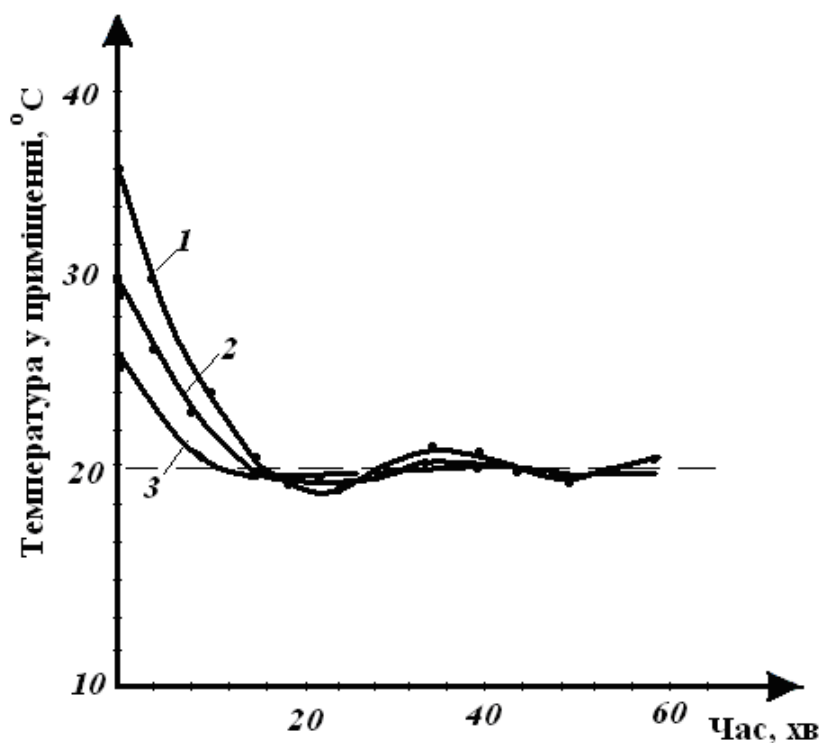


Рисунок 9. Зміна температури у приміщенні в залежності від часу роботи «на холод» *інверторного* кондиціонера при початковій температурі у приміщенні:
1 – 36 °C; 2 – 30 °C; 3 – 26 °C.

Робота кондиціонера «на тепло»

«На тепло» працювала схема (рис. 10).

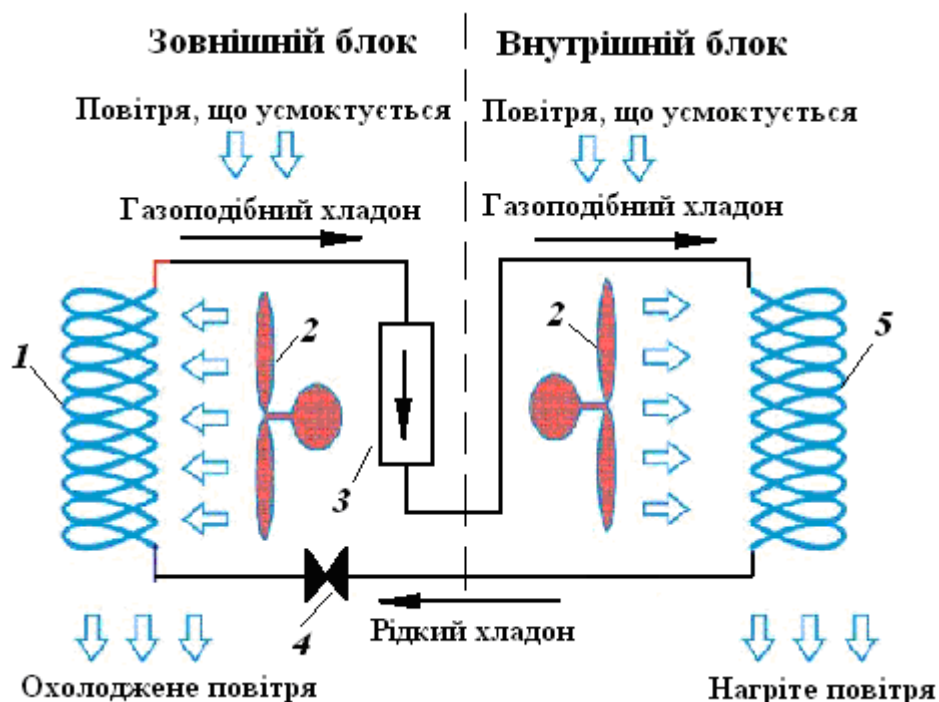


Рисунок 10. Робота кондиціонера «на тепло». Позначення, як на рис. 9.

Таблиця 3.

Робочі характеристики неінвертного та інвертного кондиціонерів при роботі «на тепло» на протязі 6 год

Задана температура, °C	Час роботи кондиціонера, хв	Неінверторний кондиціонер		Інверторний кондиціонер			
		Температура у приміщенні при включенні кондиціонера, °C	Споживання енергії, кВт	Температура у приміщенні при включенні кондиціонера, °C	Споживання енергії, кВт		
Початкова температура у приміщенні 10 °C							
20	5	12	0,1	0,4	14	0,1	0,4
	10	16	0,1		16	0,1	

Продовження табл. 3.

	15	17	0,1		17	0,1		
	20	18	0,1		18	0,1		
	25	20	0	0	20	0,04	0,48	
	30	22	0		21	0,04		
	35	22	0		21	0,04		
	40	23	0		21	0,04		
	45	22	0		21	0,04		
	50	20	0		20	0,04		
	55	19	0,1	0,6	20	0,04		
	60	17	0,1		20	0,04		
	65	17	0,1		20	0,04		
	70	17	0,1		20	0,04		
	75	17	0,1		20	0,04		
	80	18	0,1		20	0,04		
	85	20	0	0	20			
	90	20	0		20			
Сумарна витрата енергії	$\Sigma=0,4+(0,6/40)\times 60\times 6=$ $=5,8$ кВт				$\Sigma=0,4+(0,48/40)\times 60\times 6=$ $=4,6$ кВт			
Щомісячна витрата електроен., кВт (в розрахунку на 21 робочий день)	121,8				96,6			
Вартість електроенергії (в розрахунку на 1,68 грн за 1 кВт/год)	204,62				162,29			

Початкова температура у приміщенні 16 °С							
20	5	17	0,1	0,4	17	0,1	0,3
	10	18	0,1		18	0,1	
	15	19	0,1		19	0,1	
	20	20	0,1		20	0,04	0,52
	25	21	0	0	20	0,04	
	30	22	0		21	0,04	
	35	22	0		21	0,04	
	40	22	0		21	0,04	
	45	22	0		20	0,04	
	50	22	0		20	0,04	
	55	20	0,1	0,6	20	0,04	
	60	19	0,1		20	0,04	
	65	18	0,1		20	0,04	
	70	17	0,1		20	0,04	
	75	18	0,1		20	0,04	
	80	18	0,1		20	0,04	
	85	29	0	0	20		
	90	20	0		20		
Сумарна витрата енергії		$\Sigma=0,4+(0,6/60)\times 60\times 6=$ $=4,0$ кВт			$\Sigma=0,3+(0,52/65)\times 60\times 6=$ $=3,1$ кВт		
Щомісячна витрата електроен., кВт (в розрахунку на 21 робочий день)		82			65,1		
Вартість електроенергії (в розрахунку на 1,68 грн за 1 кВт/год)		141,12			109,37		

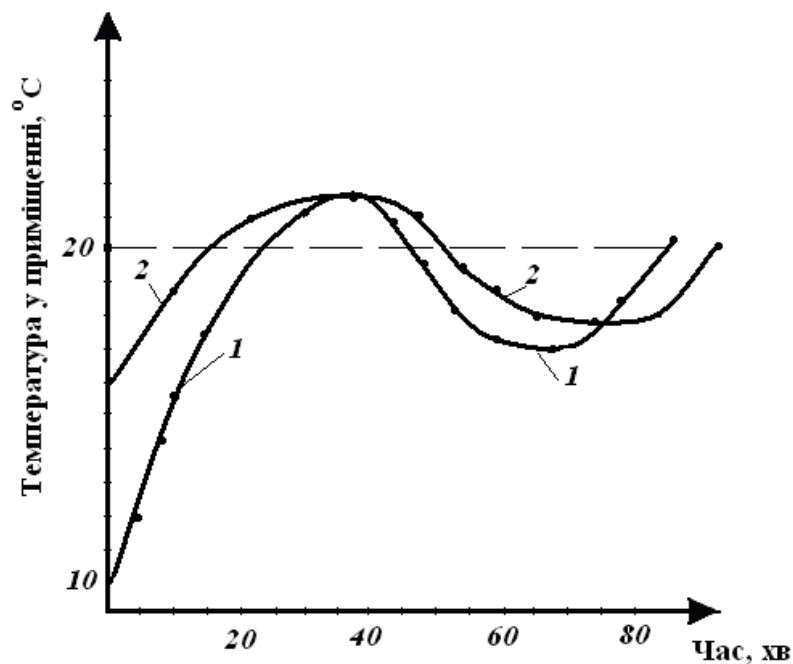


Рисунок 11. Зміна температури у приміщенні в залежності від часу роботи «на тепло» *неінверторного* кондиціонера при початковій температурі у приміщенні:
1 – 10 °C; 2 – 16 °C.

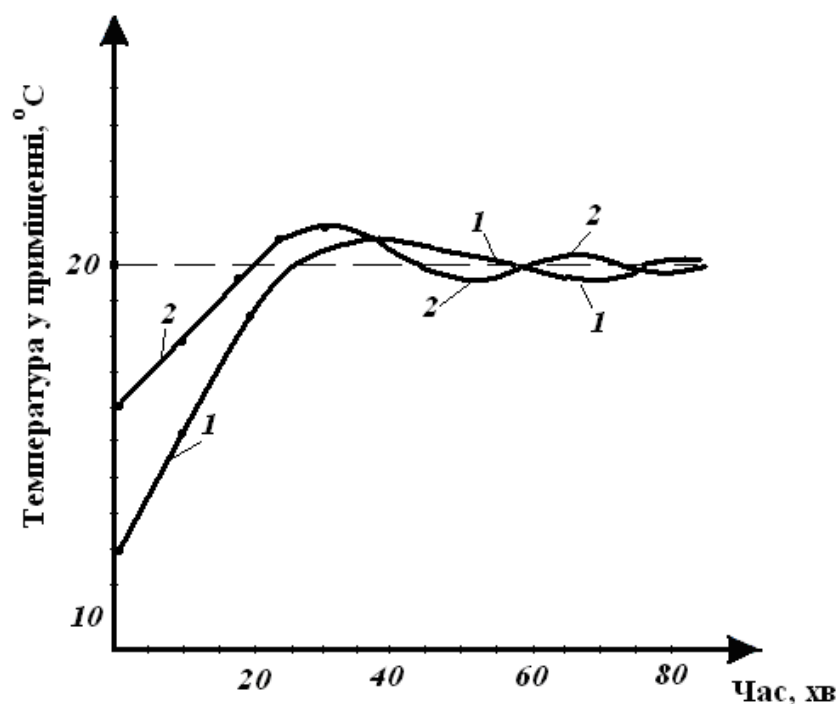


Рисунок 12. Зміна температури у приміщенні в залежності від часу роботи «на тепло» *інверторного* кондиціонера при початковій температурі у приміщенні:
1 – 10 °C; 2 – 16 °C.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

При виконанні роботи були побудовані такі робочі характеристики неінверторного та інверторного кондиціонерів, як зміна температури приміщення та споживаної потужності у часі.

Отримані дані свідчать про те, що при роботі «на холод» неінверторного кондиціонера спостерігаються значні коливання температури у приміщенні. В умовах нашого дослідження при найвищій початковій температурі повітря у приміщенні ці коливання доходили до 8 °С. Робота кондиціонера відбувається таким чином, що досягнувши деякої найнижчої температури, він вимикається і температура у приміщенні починає зростати. При досягненні певного високого значення температури кондиціонер вимикається. Таким чином, прилад працює в режимі on/off.

У разі інверторного кондиціонера при досягненні потрібної температури він переходить на більш ощадливий режим роботи, не вимикаючись. При цьому витрачається близько 40 % потужності, що потребується для встановлення потрібного режиму роботи, тому коливання температури не перевищують 1 °С.

Аналогічну картину спостерігаємо при роботі кондиціонерів «на тепло».

Відсутність постійного увімкнення/вимикнення (on/off) сприяє більш тривалій роботі кондиціонера.

Таким чином, при порівнянні роботи в аналогічних за площею приміщеннях безперечно, слід віддати перевагу інверторному кондиціонеру.

ВИСНОВКИ

Виконаний аналіз призначення, будови та принципу роботи кондиціонерів.

У відповідності із поставленою задачею проведені дослідження роботи двох кондиціонерів – неінверторного Cooper & Hunter CH-S07XN7 і інверторного COOPER & HUNTER серії Nordic EVO NG (inverter) CH-S09FTXN-NG.

Були зняті робочі характеристики – зміна температури у приміщенні та споживана потужність при роботі кондиціонерів «на холод» (літній режим) і «на тепло» (зимовий режим). Визначені сумарна витрата електроенергії та її вартість.

Отримані дані свідчать про те, що інверторний кондиціонер відрізняється постійною у часі потужністю, меншими коливаннями температури у приміщенні, а також меншими витратами електроенергії на свою роботу. Треба відмітити, що коливання температури повітря не перевищують одного градуса.

Стабільна робота кондиціонера сприяє його більш довговічному функціонуванню без проведення ремонтних робіт, оскільки постійні включення і виключення небезпечні передчасним зносом компресора, а в разі використання інверторного кондиціонера цього немає.

Тому, незважаючи на більш високу вартість інверторного кондиціонера, рекомендується використовувати його в системах кондиціонування повітря.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боженко, М. Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М. Ф. Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 11,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с. – Назва з екрана.
2. Братута, Е.Г. та ін. Кондиціонування та вентиляція повітря [Текст]: текст лекцій / Е. Г. Братута, А. М. Ганжа, О. В. Круглякова, В. В. Чубарова – Харків : НТУ «ХП», 2009. – 128 с.
3. Вентиляция. Проектирование, монтаж, эксплуатация: Справочник / ред. И. Ю. Алаев. – Харьков : Пософік, 2008. – 728 с.
4. Довгалюк В. Б. Аеродинаміка вентиляції: Навчальний посібник / В. Б. Довгалюк. – Київ: ІВНВКП «Укртеліотех», 2015. – 368 с.
5. ДСТУ Б EN 15251:2011. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики. – Чинні від 2013-01-01. – Київ: «Укрархбудінформ», 2012. – 71 с.
6. Мелейчук С.С. Монтаж, експлуатація, обслуговування холодильних і теплонасосних установок: навчальний посібник / С.С.Мелейчук, В.М.Арсеньєв.– Суми: Сумський державний університет, 2011. – 183 с.
7. Теплогазопостачання та вентиляція : Навчальний посібник / О.Т.Возняк, О.О.Савченко, Х.В.Миронюк та ін. – Львів: видавництво Львівської політехніки, 2013. – 276 с.

Електронні ресурси

8. <https://alterair.ua/uk/articles/invertornye-konditsionery>
9. <https://alterair.ua/uk/articles/printsip-raboty-konditsionera>
10. <https://b.eurobi.ru/catalog/zip/z1>

11. <https://buklib.net/books/35212/>
12. https://js.com.ua/articles/princip_raboti_kondicionera
13. <https://greenchip.com.ua/14-0-0-1.html>
14. https://studme.com.ua/11151212/bzhd/ispytanie_apparatorov_sosudov_sistem_tuboprovodov_ammichnyh_holodilnyh_ustanovok.htm#505
15. <https://teplota.ua/articles/invertornyy-i-obychnyy-kondicioner-cto-vybraty-chem-invertornyy-kondicioner-luchshe>
16. <https://otivent.com/uk/shho-take-split-sistema-kondicionuvannja>
17. https://redmedua.com/uk/rnews/14-ispolyzovanie_hladagentov_v_sovremennom_h
18. <https://vencon.ua/ua/articles/cto-takoe-koefficient-energoeffektivnosti-i-dlya-chego-on-nuzhen>
19. <https://wind.lviv.ua/yak-prodovzhyty-termin-sluzhby-kondytsionera>
20. <https://www.google.com/search>
21. <https://uk.wikipedia.org/wiki>