



ОХОЛОДЖЕННЯ ДО «ТОЧКИ РОСИ» -- ЦЕ ФАНТАСТИКА ЧИ РЕАЛЬНІСТЬ?

«ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ ЦИКЛ МАЙСОЦЕНКО «М-ЦИКЛ»
«КОНДИЦІОНЕРИ COOLERADO»
«СКОРОЧЕННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА КОНДИЦІОНУВАННЯ»
«РЕКУПЕРАТОРИ COOLERADO»

В ЦЬОМУ ВИПУСКУ:

Дефіцит енергоресурсів та забруднення навколишнього середовища спонукають людство шукати альтернативні джерела енергії. Одним із потенційних невичерпних джерел енергії, наявних практично будь-якій точці світу, є природна нерівновага атмосферного повітря у формі різниці температур сухого і мокрого термометрів (психрометрична різниця температур, або різниця температур атмосферного повітря і повітря, що контактує з водою, яка випаровується).

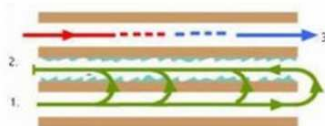
ЩО ТАКЕ ВИПАРНЕ ОХОЛОДЖЕННЯ?

Охолодження випарного типу не є новою ідеєю. Насправді вона стара як світ. Ви ніколи не замислювалися про те, чому біля моря або річки повітря прохолодніше? Це пояснюється природним випаровуванням. Морський бриз здається прохолодніше, тому що при проходженні гарячого повітря над водою вода поглинає його тепло, при цьому якась його частина випаровується і температура повітря знижується. Повітря перетворюється в прохолодний бриз.

Використання такого способу охолодження в сучасних системах кондиціонування забезпечує високу холодопродуктивність при низькому електроспоживанні, оскільки в цьому випадку електроенергія витрачається

тільки для підтримки процесу випаровування води. У той же час в якості охолоджувача замість хімічних складових використовується звичайна вода, що робить випарне охолодження більш вигідним економічно і не завдає шкоди екології.

Але водночас природна психрометрична різниця температур настільки мала, що до певного часу не було можливим її використання в якості енергетичного ресурсу. Висока психрометрична різниця температур може бути реалізована в тепломасообмінному апараті **непрямого випарного охолодження** з протитечійним рухом повітря (газу) в системі сухих і вологих каналів.



Непряме-випарне охолодження:

1. Вхідне повітря в сухому каналі
2. Він же, але повертається в зворотньому напрямку по вологому каналу
3. Вхідне повітря, що охолоджується

Грунтуючись на теоретичних положеннях термодинаміки вологих потоків, провідний вчений і визнаний світовий експерт в галузі термодинаміки, професор В. Майсоценко винайшов та запатентував новий термодинамічний цикл, відомий як цикл Майсоценка (Maisotsenko cycle), або М-цикл (M-cycle). Цей винахід відкрив шлях до використання

психрометричної різниці температур у тепло- і масообмінних технологіях з високими техніко-економічними показниками.

ПРИНЦИП РОБОТИ ТЕПЛОМАСООБМІННОГО АПАРАТУ НЕПРЯМОГО ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

Ідеальний протитечійний тепломасообмінний апарат непрямого випарного охолодження є системою елементарних комірок на зразок зображеної на рис. 1.

Зовнішній потік, потрапляючи в сухий робочий канал, охолоджується внаслідок контакту із внутрішньою поверхнею вологого робочого каналу, де відбувається випаровування води. В ідеальних умовах на вході у вологий робочий канал повітря досягає насиченого стану, а його температура – **температури точки роси** (рис. 1, точка 3).

Під час випаровування води у вологому робочому каналі температура повітря, що контактує з вологою стінкою, поступово знижується, оскільки на випаровування витрачається власна енергія повітря, що відповідає прихованій теплоті випаровування. Рухаючись у вологому каналі, повітря зберігає насичений стан, а його абсолютна вологість зростає.

Зазначимо, що в традиційному апараті випарного охолодження граничною температурою охолодження є **температура охолоджуваного повітря за мокрим термометром**.



Ідеї Майсоценко здаються такими простими і в той же час фантастичними, що викликають супротив на кшталт: «ЦЬОГО НЕ МОЖЕ БУТИ, ТОМУ ЩО НЕ МОЖЕ БУТИ НІКОЛИ».

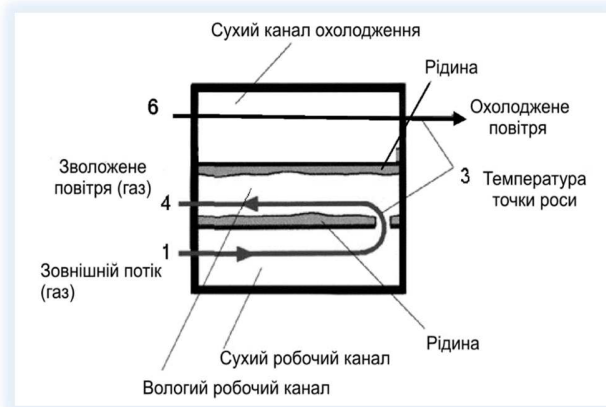


Рис. 1. Комірчка протитечійного тепломасообмінного апарата непрямого випарного охолодження

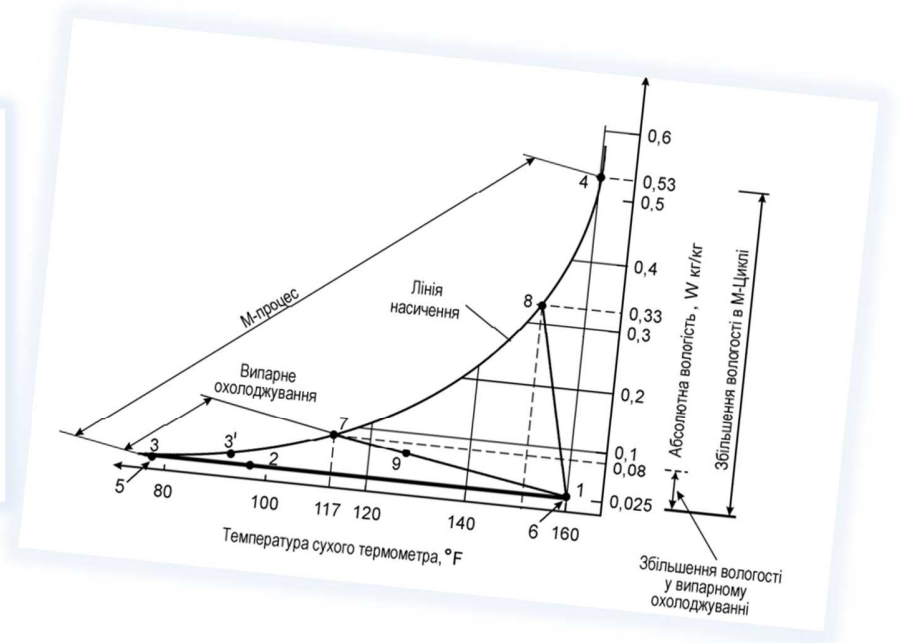


Рис. 2. М-цикл на психрометричній діаграмі:
1-3 – охолодження повітря в сухому робочому каналі;
3-4 – нагрівання і зволоження повітря у вологому робочому каналі;
4-1 – повернення повітря до вихідного стану

ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ ЦИКЛ МАЙСОЦЕНКО

ІДЕАЛЬНИЙ М-ЦИКЛ

1-3: охолодження повітря в сухому робочому каналі.

3-4: нагрівання і зволоження повітря у вологому каналі.

Реальний М-цикл

1-2: охолодження повітря в сухому робочому каналі,

2-3'-8 - нагрів і зволоження повітря у вологому каналі.

Випарне охолодження:

1-7 (ідеальний процес), **1-9** (реальний процес).

В ідеальному М-циклі вологість потоку більш ніж в 6,5 разів вище (0,025 ... 0,53 кг / кг), ніж при випарному охолодженні (0,025 ... 0,08 кг / кг). Збільшення ентальпії вологого потоку в М-циклі більш ніж в 4 рази більше, ніж при випарному охолодженні.

Чим вища температура вхідного повітря, тим більший ефект охолодження повітря досягається в сухому каналі. У цьому виявляється одна з важливих властивостей М-циклу – збільшення його ефективності зі зростанням температури навколишнього середовища (повітря на вході), тоді як ефективність холодильного циклу в такому разі знижується. За високої вологості вхідного повітря (газу) ефективність М-циклу можна підвищити за

допомогою осушування повітря на вході. У реальних умовах охолодження повітря в сухому робочому каналі характеризує лінія 1-2, а охолодження, нагрівання і зволоження повітря у вологому робочому каналі – лінія 2-3-8. Випарне охолодження в реальних умовах характеризується лінією 6-9 на рис. 2.

Приклад:

Охолодження повітря в ідеальному М-циклі на 45,5°C (від 71,1°C до 25,6°C), а при ідеальному випарному охолодженні (лінія 1-7) – тільки на 23,9°C (від 71,1°C до 47,2°C).

температур повітря, тобто фактично енергію навколишнього середовища.

Газета «Горизонт» (м. Денвер, США):

«... кондиціонер Майсоценко працює, на перший погляд, за принципом «вічного двигуна»... а енергію бере тільки з ... навколишнього повітря» (18.09.2009).

Акт Національної Лабораторії джерел відновлювальної енергії США (NREL) підтверджує, що кондиціонери на основі М-циклу простіші з конструктивної точки зору, вони споживають майже в 10

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ СУЧАСНИЙ КОНДИЦІОНЕР – НІЯКОГО ФРЕОНУ, НІЯКИХ СКЛАДНИХ КОМПРЕСОРІВ, ТІЛЬКИ ВЕНТИЛЯТОР ТА НЕБАГАТО ВОДИ!

Вперше на практиці цикл Майсоценко було використано у США компаніями «Idalex Co.» і «Coolerado» у виробництві кондиціонерів нового покоління з витратою енергії майже в 10 разів меншою, ніж у кондиціонерів компресійного типу. М-цикл являє собою один з варіантів безкомпресійного енергетичного розділення повітря, що використовує психрометричну різницю

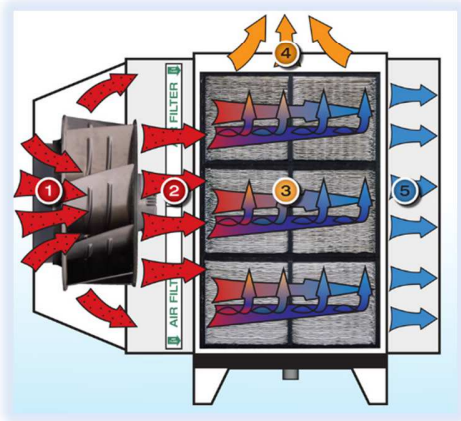
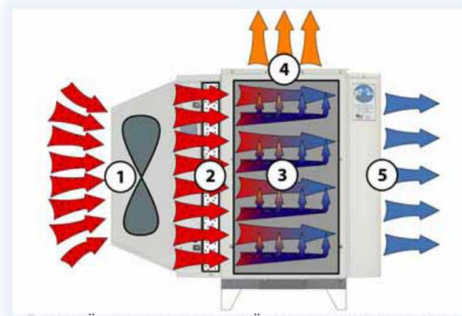
разів менше електричної енергії, ніж традиційні кондиціонери компресійного циклу. Такі кондиціонери на 100% використовують чисте повітря оточуючого середовища, в той час як традиційні кондиціонери на 85% працюють на рециркуляційному (вже використаному) в приміщенні повітрі. Дослідження, виконані в роботі, показують, що максимальна (19,14%) ексергетична ефективність циклу

Майсоценко відповідає температурі оточуючого середовища 23,88°C.

Рис.3. Схема роботи кондиціонера Майсоценко:



1. зовнішнє повітря на вході в кондиціонер;
2. фільтр;
3. тепломасообмінний апарат Майсоценко;
4. робоче вологе повітря;
5. охоложене повітря.



Чому COOLERADO?

♦ **Висока ефективність зниження EBE.** Ми пропонуємо неперевершену економію при будь-якому кліматі. COOLERADO може допомогти центрам обробки даних зменшити їх (EBE - ефективність використання енергії) до 1.

Ефективність використання енергії (EBE) для будь-якого дата центру буде розрахована за нижченаведеною формулою для будь-якого моменту часу (використовується енергія в кВт), або протягом періоду часу (використовують кВт/год):

$$EBE = \frac{\text{Загальна потужність}}{\text{ІТ потужність}}$$

♦ **Універсальність.**

Наша проста модульна конструкція кондиціонерів дозволяє збільшувати потужність системи шляхом встановлення додаткових модулів.

♦ **Постійний розвиток.**

Зменшення енергетичних витрат та кількості вуглекислого газу в повітря, дозволяє отримати високу якість повітря без застосування хімічних холодоагентів, ці фактори дозволили отримати 36 балів в Організації по управлінню енергетичними та екологічними проектами Канади.

♦ **Експлуатація:**

- за рахунок невеликої кількості рухомих частин значно зменшуються витрати на обслуговування;
- наднизьке електроспоживання (10 разів менше традиційного);
- підвищення холодильної потужності при підвищенні температури повітря;
- відсутні хімічні хладагенти;
- може працювати в системі приточної вентиляції;
- можливість роботи в режимі рекуперації;
- 5 років гарантії виробника.

СТРАТЕГІЯ СКОРОЧЕННЯ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ на прикладі Національного обчислювального дата центру снігу та льоду, Боулдер, штат Колорадо, США

«Стимуляція інженерної революції, а не еволюція: вдосконалення ефективності в Національному метеорологічному Обчислювальному Центрі» (the National Snow and Ice Data Center), як назвав свою статтю David Gallaher, IT Manager Центру, з Боулдера.

Обчислювальні Центри вимагають дуже стабілізованих умов навколишнього температури і вологості зважаючи на «примхливості» складних комп'ютерних систем, що працюють тут цілодобово. Інформацією Колорадського Центру користуються NASA, багато установ та служб не тільки в США. Основна вимога тут - стабільність і достовірність отримуваних даних, і, зрозуміло, що підтримка постійних умов у приміщеннях Центру вимагає великої витрати електроенергії. Після дискусій та експериментальної перевірки тут замість звичайно прийнятих стандартних систем кондиціонерів, які споживали дуже багато енергії, встановили нові кондиціонери Coolerado, що діють на основі циклу Майсоценко (М-цикл).

Наведу тільки підсумковий абзац статті D. Gallaher: *«У новій системі використовувалося менш ніж 2,5 кіловат енергії в середньому за місяць в жовтні 2011 року. У порівнянні з жовтнем 2010 року охолоджуючого енергоспоживання майже на 95% виявилось менше».* У цій статті («NSIDC Data Center: Energy Reduction Strategies») автор повідомляє: *«Завдяки повній відставці традиційної системи кондиціонування повітря, витрата енергії, необхідної для задоволення постійного навантаження Обчислювального Центру була зменшена більш ніж на 70% протягом літніх місяців і більш ніж на 90% в холодні місяці зими».*

Обчислювальний Центр Національного інституту (NSIDC) Колорадського Університету в Боулдері отримав 95% скорочення енергії через цикл Maisotsenko (М-циклу), використовуючи кондиціонери Coolerado. *Він став найбільш енергоефективним Обчислювальним Центром в США і отримав в 2011 році Премію Року «CO-Labs Green Data Center». За останніми*

даними обліку ефективності проекту на рівні Обчислювального Центру: витрата енергії на охолодження була скорочена до 97%.

Загалом, використання енергії в Центрі зменшено на 70%. Окупність нової системи охолодження кондиціонерами Coolerado становить близько трьох років (на відміну від дорогої колишньої системи CRAC). NSIDC випустила офіційний бюлетень про свою перемогу в 2012 р і отриманні премії «Green Enterprise IT Award» дуже престижного для обчислювального центру Uptime Institute.



«Ми скоротили використання енергії на 97%. В даний час ми витрачаємо стільки ж енергії скільки потрібно для роботи вашого автомобільного кондиціонера. З фінансової точки зору, кошти повернуться на протязі трьох років»

Девід Галахжер
Менеджер з IT послуг / Національний дата центр снігу та льоду

«Ми використовуємо десь біля зоо Вт електроенергії. Це легко допомагає нам заощадити 2 000 дол. Або навіть більше за місяць в порівнянні із звичайними кондиціонерами. Кондиціонери COOLERADO роблять саме те, що від них необхідно і це в них добре вдається»

Філ Неіл
Головний технічний директор / AISO.net

«За два роки роботи кондиціонери COOLERADO, у нас не виникло ніяких серйозних проблем. І в будь-який час коли клієнт звертався до нас за допомогою, ми давали відповідь в якомога коротші строки»

Шон Міллс
Власник і генеральний директор / Green House Data

ВЕНТИЛЯЦІЯ З РЕКУПЕРАЦІЄЮ

Системи **вентиляції, опалення та кондиціонування** є найбільшими споживачами електроенергії в будівлях. Їх частка становить **до 70%** загального енергоспоживання.

Як працює традиційна вентиляція?

Взимку зовнішнє повітря, наприклад з температурою -20°C , нагрівається згідно санітарним нормам до кімнатної температури $+20^{\circ}\text{C}$ та подається до приміщення. Забруднене тепле повітря з температурою $+20^{\circ}\text{C}$ просто викидається на вулицю.

«Щоб нагріти 1000 м³ повітря на 40°C необхідно витратити 14,4 кВт теплової енергії»

А **влітку**, коли працюють кондиціонери, на вулицю викидається охоложене повітря, а до приміщень подається нагріте повітря з температурою $+35^{\circ}\text{C}$ ÷ $+40^{\circ}\text{C}$, яке знову треба охолодити, витративши велику кількість енергії.

Традиційна вентиляція – невиправдано високі енерговитрати на нагрів приточного повітря взимку і на охолодження влітку.

Для використання енергії витяжного повітря застосовують рекуперацію тепла.

Рекуперація тепла - процес повернення тепла з відпрацьованого витяжного повітря. Тепле повітря, що виводиться з приміщення, в теплообміннику віддає більшу частину свого тепла холодному повітрю, що надходить з вулиці. Завдяки цьому процесу на вулицю виходить охоложене повітря, а в приміщення потрапляє свіже нагріте повітря.

При цьому підтримка постійної температури в приміщенні при використанні рекуператора відбувається майже витрат енергії!

Рекуператори дозволяють зекономити до 60÷95% теплової енергії, що витрачається на притоківитяжну вентиляцію.

ЕНЕРГЕТИЧНА ВЕНТИЛЯЦІЙНА УСТАНОВКА СЕРІЇ ERV ВИРОБНИЦТВО «COOLERADO»

Пропонуємо Вашій увазі енергетичну вентиляційну установку серії ERV виробництва «Coolerado», яка забезпечить Вашому приміщенню необхідну кратність повітрообміну при одночасному зниженні енергозатрат. Установка ERV зберігає енергію завдяки запатентованому тепломасообміннику на основі циклу Майсоценко, а потім направляти цю енергію для підігріву або попереднього охолодження, зволоження чи висушування вхідного повітря.

Переваги:

- в літній період ефективність відновлення енергії від 70% до більш ніж 200% при максимальній продуктивності;
- в зимовий період ефективність рекуперації тепла до 70% при максимальній продуктивності;
- в літній період під час вентиляції приміщення здійснюється охолодження та висушування повітря в приміщенні;
- в літній період підтримує необхідний рівень надлишкового тиску в приміщенні для попередження надходження сухого та вологого повітря ззовні;

• зменшує необхідну продуктивність і час роботи дахових кондиціонерів;

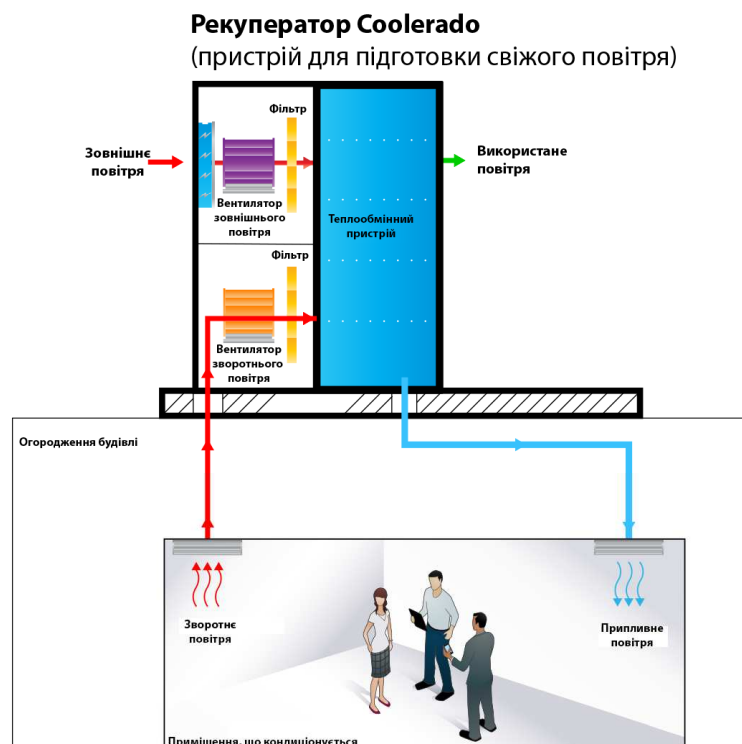
- надзвичайно тихий;
- вхідні/вихідні потоки не змішуються всередині теплообмінника
- висока ефективність забезпечується наявністю електронного управління двигунами зі змінною швидкістю;
- самостійне корегування потоку повітря шляхом контролю швидкості обертання двигуна вентилятора з поправкою на статичний опір у каналі;
- заводські установки управління захисту від замерзання, (електромагнітні клапани іншими);
- простота в обслуговуванні;
- мала вага і мінімальна кількість рухомих частин, у порівнянні з традиційними роторними ERV колесами;
- модульна конструкція забезпечує гнучкість установки, якщо потреба в охолодження або нагріві збільшується;
- зроблено в США;
- 3-річна гарантія на теплообмінник і 1 рік на корпус та компоненти.

«Придбання грошей вимагає мужності, збереження грошей вимагає розсудливості, витрата грошей вимагає мистецтва»

Бертольд Авербах

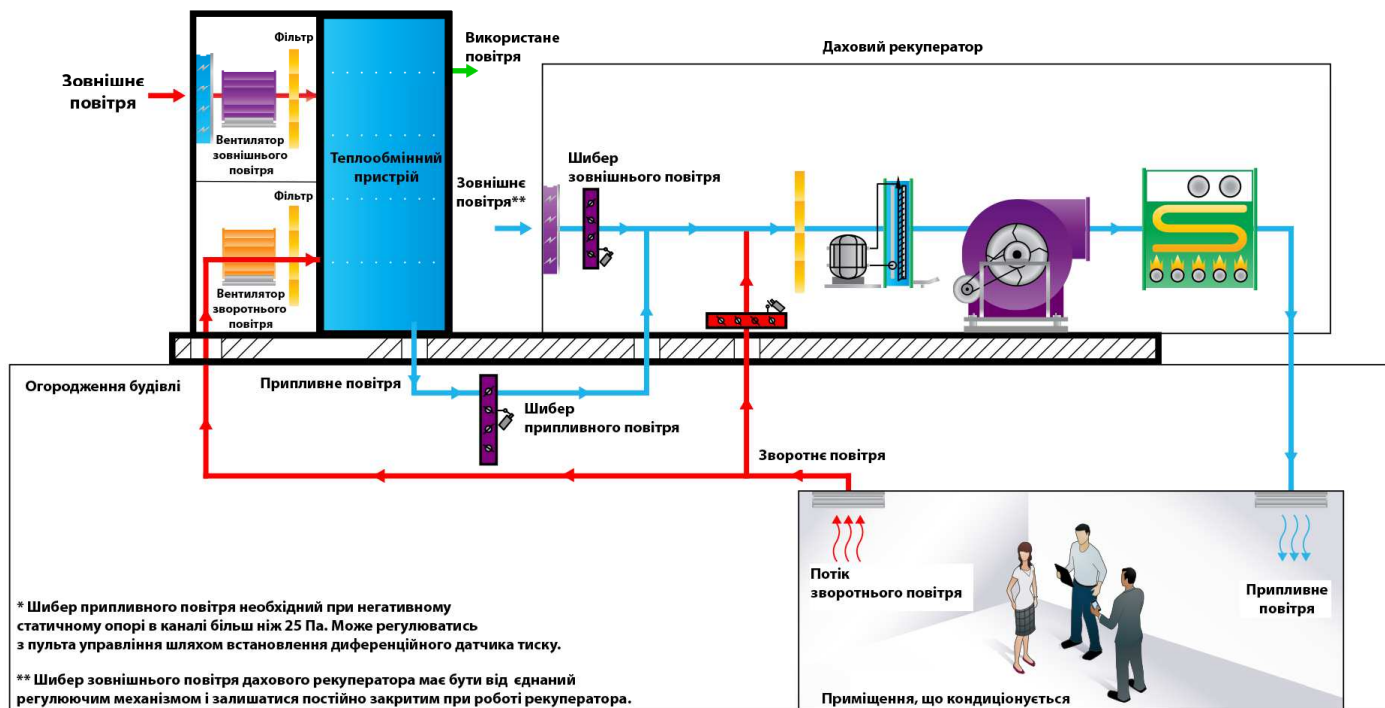


ВЕНТИЛЯЦІЯ З СИСТЕМОЮ ПОВЕРНЕННЯ ТЕПЛА НА БАЗІ РЕКУПЕРАТОРА COOLERADO (ДЛЯ СУХОГО КЛІМАТУ) (вода подається в період охолодження та не подається протягом опалювального періоду)



ЗМІШАНА ВЕНТИЛЯЦІЯ З СИСТЕМОЮ ПОВЕРНЕННЯ ТЕПЛА (вода подається в період охолодження та не подається протягом опалювального періоду)

Рекуператор Coolerado (пристрій для підготовки свіжого повітря)



Застосування даних установок є справді «революційним» у сфері енергозбереження.

АТ «БРОТЕП-ЕКО» працює в Україні, на ринку охолоджуючого устаткування (градирні) вже понад 20 років. Спільно з інститутом теплофізики НАН України проводяться роботи з використання «М-ЦИКЛУ» в термодинамічних процесах відмінних від кондиціонування. В даний час компанія «БРОТЕП-ЕКО» пропонує на ринку України інноваційні безкомпресорні установки кондиціонування повітря виробництва «COOLERADO inc.» (США).

ПРАТ «БРОТЕП-ЕКО»

Контактні телефони:

(044) 451-66-38, (04594) 6-28-79, 5-43-89

www.gradirni.com.ua, www.градирни.com.ua

info@brotep.com.ua