

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНИХ АПАРАТІВ ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ В СИСТЕМАХ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Враховуючи обмеженість ефективності систем випарного охолодження через кліматичні умови, запропоновано новий підхід до використання охолоджуючого потенціалу видаляемого повітря в СКП, на попередньому охолодженні видаляемого повітря з послідуочим охолодженням припливного повітря в контактних апаратах з гідрофільними поверхнями.

Враховуючи пов'язаність проблем енергетики та екології, інтенсифікується пошук альтернативних рішень в області холодильних і кондиціонувальних систем.

Випарне охолодження повітря та застосування його в холодильних системах і системах кондиціонування повітря (СКП) останнім часом викликає значний інтерес у світі. З'являється велика кількість публікацій з цього питання, адже використання випарного охолодження у СКП є не лише екологічним, а й дозволяє зменшити енерговитрати, використовуючи нерівновагу атмосферного повітря у формі психрометричної різниці температур, у деяких випадках відмовляючись від застосування традиційних холодильних машин парокомпресійного циклу для охолодження повітря. У випадку, коли відмовитися повністю від парокомпресійного циклу не вдається, можливе використання комбінованих схем.

Одним з методів підвищення ефективності роботи систем СКП в цілому є теплоутилізація (ТУ) повітря. Але, зважаючи на особливості самого процесу, системи ТУ працюють ефективно тільки при великій різниці температур між зовнішнім повітрям і повітрям в приміщенні, що робить їх застосування для охолодження припливного повітря в теплий період року обмеженим.

Підвищення ефективності ТУ і розширення границь її використання досягається за рахунок її комбінування з прямим або непрямим випарним охолодженням повітря.

Принцип непрямого випарного охолодження, який реалізується конструктивно в одному апараті полягає в наступному: повітряний потік, що надходить на охолодження, розділяється на дві частини. Допоміжний потік повітря надходить у «мокру» частину охолоджувача, де контактує зі змоченою поверхнею зрошувальної насадки і забезпечує випарне охолодження води, яка, у свою чергу, через розділяючу стінку безконтактно охолоджує основний повітряний потік. Температура допоміжного повітряного потоку після проходження «мочної» частини знижується, а вологовміст зростає.

На цьому принципі основані і інші конструктивні рішення з використанням охолоджуючого потенціалу видаляемого повітря з приміщення – апарат з протитечійним рухом повітря (газу) в системі сухих і вологих каналів. В такому пристрої створюються розділені потоки повітря, один із яких штучно зволожується, а інший — охолоджується. Зовнішній потік, потрапляючи в сухий робочий канал, охолоджується внаслідок контакту із внутрішньою поверхнею вологого робочого каналу, де відбувається випаровування води.

На Рис. 1 проілюстровані процеси, які мають місце при прямому випарному охолодженні повітря, штучне охолодження повітря з попереднім охолодженням зовнішнього повітря в теплоутилізаторі та попереднім охолодженням зовнішнього повітря в теплоутилізаторі видаляемим повітрям після випарного охолодження з послідувачим процесом в теплоохолоджувачі.

Точка робочої зони (P_{max}) має максимальні, найгірші для протікання процесу прямого випарного охолодження, параметри повітря у робочій зоні ($t=25^{\circ}\text{C}; \varphi=60\%$).

Пряме випарне охолодження повітря, як відомо, є ефективним лише у сухому і жаркому кліматі, на території України це кліматична зона IV [2, табл.1]. На Рис. 1. наочно показано, що ТУ повітря розширює границі його застосування і зменшує ΔQ_x на величину ΔI_{TU} .

Використання ТУ видаляемого повітря знімає обмеження застосування системи прямого випарного охолодження і є ефективним при використанні у всіх кліматичних районах України. Завдяки охолодженню видаляемого повітря та охолодженню в контактному апараті зовнішнього повітря без зміни вологовмісту, досягається зниження температури припливного повітря при спільній роботі в поверхневому теплоутилізаторі. Цей варіант зменшує ΔQ_x на величину $\Delta I_{TU(п.о.)}$, що призводить до значного зменшення витрат енергії, а також робить економічно обґрунтованим використання даної системи.

При застосуванні системи прямого випарного охолодження з ТУ, ми обмежені у границях застосування цих систем: $t_{ext} \geq t_{wz} + (3...5)^{\circ}\text{C}$.

Використовуючи теплоутилізатор внутрішнього повітря, ми не лише розширяємо зони застосування ТУ, а й збільшуємо границі її використання при максимально найгіршому варіанті параметрів внутрішнього повітря ($t=25^{\circ}\text{C}; \varphi=60\%$): $t_{ext} \geq t_{wz}$.

На Рис.1 наведені наступні умовні позначення:

$P_{min}, P_2, P_{max}, P_4$ - область оптимальних параметрів повітря у робочій зоні; т. З, О, П, Р – відповідно параметри повітря зовнішнього, після охолодження, припливного і робочої зони; т. З₁, З₂’ – відповідає параметрам зовнішнього повітря після поверхневого теплоутилізатора і з використанням випарного охолодження видаляемого повітря; т. (РО)₂, (РО)₂’ – відповідні параметри видаляемого повітря після випарного охолодження і теплоутилізатора.

Індекси: 1 – для процесів прямого випарного охолодження; 2 – при штучному охолодженні зовнішнього повітря.

Одна з найбільш складних і актуальних проблем сучасного будівництва - це забезпечення належної якості повітря.

Тому одним з важливих факторів, на який необхідно звернути увагу, є якість повітря, яке ми подаємо до приміщення. Відповідно до [3], вимоги до якості повітря і енергозбереження завжди будуть знаходитися в протиріччі, тобто не можна приймати енергоекономічні заходи на шкоду здоров'ю людей, комфорту і технологічним умовам, але що завдяки використанню прямого випарного охолодження повітря з ТУ ми підвищуємо якість подаваного повітря, не лише забезпечуючи комфортні умови мікроклімату для життєдіяльності людей, а й сприяємо виконанню задач зниження енерговитрат на експлуатацію споруд.

Висока якість повітря досягається за рахунок того, що, на відміну від систем з рециркуляцією повітря, прямоточні системи завжди подають необхідну кількість свіжого повітря за санітарними нормами, забезпечуючи комфортну життєдіяльність людини.

Основною тенденцією розвитку випарного охолодження є використання насадочних шарів з упорядкованою структурою каналів.

Беручи до уваги переваги гідрофільних поверхонь у порівнянні з іншими поверхнями насадок, одним з важливих заходів підвищення ефективності теплоутилізаційних апаратів випарного охолодження в системах кондиціонування повітря є використання організованих гідрофільних насадок регулярної структури. Є ряд вимог, які ставляться до даних насадок:

- великі значення підйому рідини;
- велика питома поверхня $f_{\text{пит}}$ (поверхня, яка припадає на одиницю об'єму шару насадки);
- високі значення вільного об'єму V_c (об'єм пустот на 1 м^3 об'єму) і живого перерізу f_c шару насадки;
- малий аеродинамічний опір повітряному потоку;
- висока швидкість капілярного підйому рідини по матеріалу насадки;
- достатня механічна міцність та довговічність;
- водостійкість (відсутність набрякання у воді і збереження працездатності в умовах впливу мікроорганізмів, грибків, а також при накопиченні солей жорсткості);
- стійкість до корозії.

З врахуванням вищезазначеного, розроблені конструкції контактних апаратів з використанням динамічних гідрофільних насадок плоско-паралельного типу, з природних матеріалів, в яких змочення поверхні відбувається за рахунок її капілярно-пористої структури і які можуть бути основою для створення припливно-втяжного утилізатора нового типу.

Енергоефективність та надійність функціонування систем з використанням випарного охолодження повітря також визначається якістю води, що циркулює в системах, тому в апараті контактної обробки повітря систем прямого випарного охолодження повітря з рециркуляцією в СКП приділяється увага водопідготовці.

Однією з причин зниження надійності ефективності роботи, а саме зниження економічності і продуктивності обладнання апаратів тепловологісної

обробки повітря є утворення накипу (CaCO_3 , CaSO_4 , Mg(OH)_2 , оксиди заліза та ін.) на теплопередаючих поверхнях.

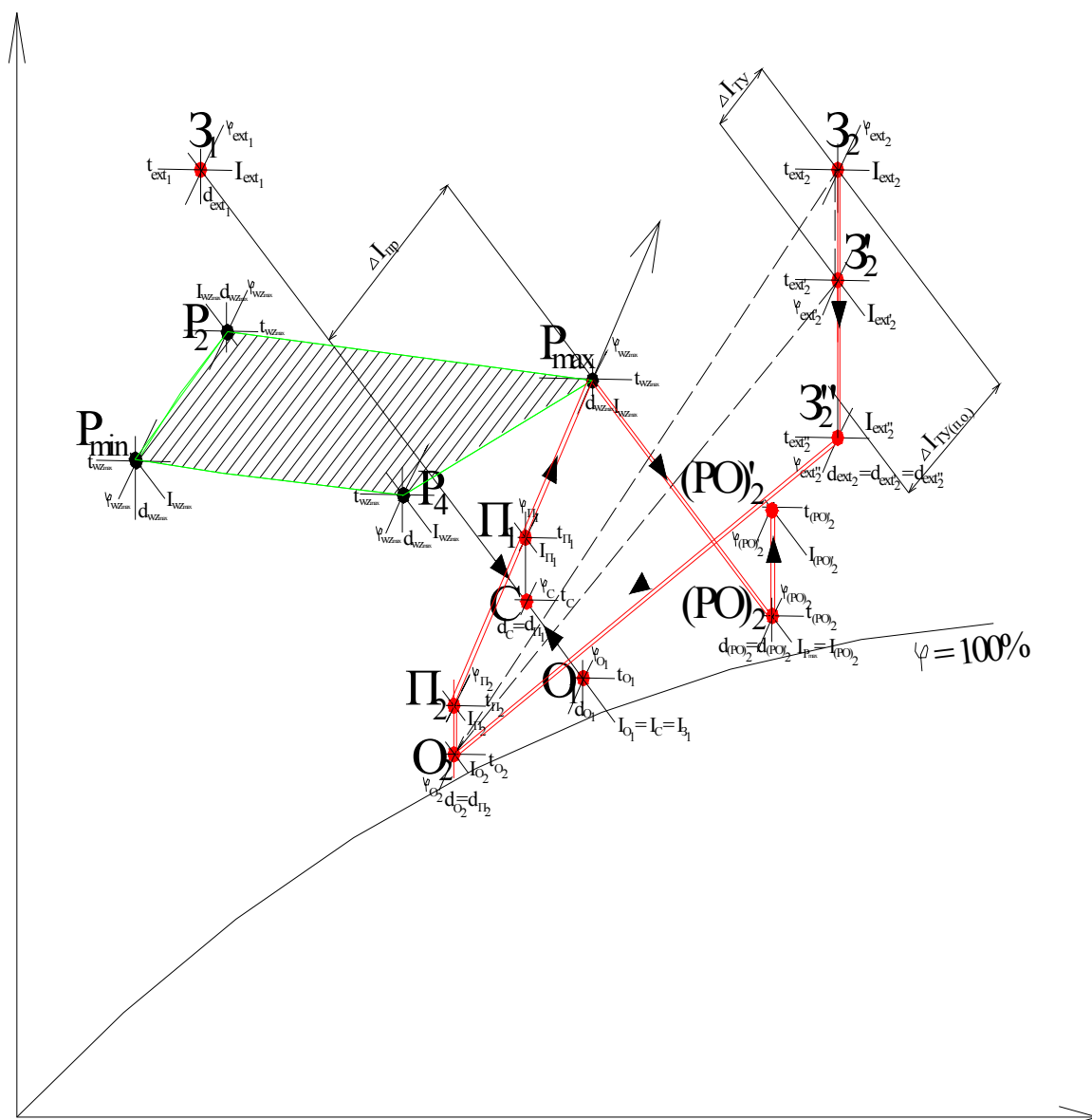


Рис. 1.

Процеси з використанням випарного охолодження води і поверхневих теплоутилизаторів повітря.

- - процес випарного охолодження повітря;
- - процес штучного охолодження зовнішнього повітря без теплоутилізації;
- - процес штучного охолодження зовнішнього повітря з теплоутилізацією;
- ===== - те ж саме з випарним охолодженням видаляє мого повітря.

На сьогоднішній день все більшої популярності набирає метод магнітної обробки (МО) води.

У основі цього методу лежить поліпшення умов кристалізації солей жорсткості у воді і вони осідають не на насадку, а видаляються в обсязі води у вигляді шламу.

Магнітна обробка води сприяє пом'якшенню води (зменшення концентрацій розчинених у воді іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} , відповідальних за утворення накипу). Крім того, магнітна обробка води допомагає не тільки

запобігати випаденню накипоутворюючих солей з води, але і значно зменшити відкладення органічних речовин, наприклад, парафінів.

Зважаючи на попередні дослідження вчених, підтверджується не лише користь магнітної обробки води як фактор, який впливає на якість води, а й як інтенсифікатор тепломасообмінних процесів, тому особлива увага у подальшій розробці припливно-витяжного утилізатора нового типу також буде приділятися застосуванню безпосередньо магнітної обробки води у даній системі.

Висновок. Запропоновано новий підхід до використання охолоджуючого потенціалу видаляемого повітря в СКП, який оснований на попередньому охолодженні видаляемого повітря з послідуєчим охолодженням припливного повітря в контактних апаратах з гідрофільними поверхнями. Це зменшить залежність використання ТУ від зовнішніх параметрів повітря і на 10-15% збільшить ефективність процесів ТУ.

Література

1. СНИП 2.04.05-91*У Отопление, вентиляция и кондиционирование.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія.
3. Корбут В.П. Вимоги до енергоефективних технологій і якості повітря при формуванні внутрішнього мікроклімату споруд // науково-технічний збірник «Енергозбереження в будівництві та архітектурі». Випуск 3. Відповідальний редактор А.М. Тугай. К.:КНУБА, 2012 р. – 162 с.

Annotation

Taking into account a limited effectiveness of evaporative cooling due to climatic conditions, a new approach to the use of cooling capacity of exhausted air in air conditioning systems is based on the the previously exhausted air cooling followed by cooling of the incoming air in the contact apparatus with hydrophilic surfaces.