

ВИМОГИ ДО ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЯКОСТІ ПОВІТРЯ ПРИ ФОРМУВАННІ ВНУТРІШНЬОГО МІКРОКЛІМАТУ СПОРУД

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Розглянуто особливості застосування сучасних енергозберігаючих технологій в складових систем кондиціонування мікроклімату при дотримуванні вимог до якості повітря. Ефективність даних технологій необхідно визначати порівнюючи системи, які забезпечують однаковий рівень комфорту. Для того, щоб реалізувати на практиці вимоги, які є в Європейській Директиві по енергетичній ефективності споруд (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) 2002/9/EC) необхідно в Україні створити аналогічні стандарти, в яких повинні бути зафіксовані також показники мікроклімату.

Вимоги до мікроклімату приміщень і закономірності його зміни в часі є основою вибору систем формування внутрішнього мікроклімату, підбору обладнання, вибору потужності систем, застосування енергоекономічних технологій одержування теплоти, холоду, обробки припливного повітря до необхідних кондицій і повітророзподілення, режимів роботи, регулювання і управління.

Ефективність застосування новітніх технологій найбільш вагомо виявляється в таких складових систем кондиціонування мікроклімату, як науково обґрунтовані вимоги до якості повітря в перемінному режимі роботи систем, аеродинаміка приміщень і конструктивні елементи систем повітророзподілення, тепломасообміні процеси і схемні рішення обробки повітря, джерела теплоти і холоду з застосуванням нетрадиційних технологій, конструктивні елементи припливно-витяжного обладнання.

Розглядаючи перспективи впровадження енергозберігаючих заходів при створенні внутрішніх мікрокліматичних умов бажано враховувати слідуєчі дуже прості тези:

1. Системи формування внутрішнього мікроклімату повинні, перш за все, забезпечити комфортні умови життєдіяльності людей і оптимальне ведення технологічних процесів, а вже, по-друге, сприяти виконанню задач зниження енерговитрат на експлуатацію споруд.

2. Вимоги до якості повітря необхідно сприймати так, як, наприклад, і до продуктів харчування або води. Тобто більш якісний продукт (повітря) відповідно повинен коштувати дорожче і потребує більших витрат на його виготовлення.

3. Вимоги до якості повітря і до енергозбереження завжди будуть знаходитись в протиріччі, тобто не можна приймати енергоекономічні заходи на шкоду здоров'ю людей, комфорту і технологічним умовам.

4. Ефективність енергозберігаючих технологій необхідно визначати порівнюючи системи, які забезпечують однаковий рівень комфорту із врахуванням також екологічних аспектів.

5. Процеси формування внутрішнього мікроклімату – це як дипломатія, тобто «мистецтво можливого» і повинні розглядатися на рівні «розумної обмеженості», враховуючи архітектурні, інтер'єрні уяви і енергозберігаючі побажання.

Системи формування комфортного або технологічного мікроклімату достатньо затратна стаття загального бюджету, як при будівництві, так і експлуатації споруд різного призначення. Так для виробничих споруд на системи кондиціонування повітря (СКП) припадає 15...20% капітальних вкладень (а для деяких спецтехнологій і до 40%). А в загальному енергетичному балансі витрати на СКП складають більш ніж 30% від витрат на енергозабезпечення споруд. Зважаючи на такі енерговитратні технології необхідно на державному рівні приділити увагу підтримці розробок по раціональному і економічному використанню енергоресурсів в СКП.

Енергоефективні і нерозривно з ними зв'язані екологієфективні технології, які безумовно впроваджуються при створенні внутрішніх мікрокліматичних умов, необхідно розглядати на всіх етапах будівництва або реконструкції споруд. Це, по-перше, при прогнозуванні передбачаємих витрат та ризиків роботи інженерного обладнання на передпроектних і проектних стадіях (внутрішні параметри повітряного середовища, алгоритм добових та по періодам року режимів роботи систем, концептуальні рішення, вибір навантажень і таке інше.), по-друге, при будівельно-монтажних роботах (проблеми якості монтажу, професіоналізм організації і людей, корегування рішень по місцевим умовам і таке інше.), по-третє, при експлуатації (періодичний енергоаудит, підтримання запланованих сервісів, гнучкість реагування на взаємодію внутрішніх і зовнішніх факторів, забезпечення динамічного мікроклімату, можливість реорганізації і реконструкції систем і обладнання при зміні технологічних умов і таке інше).

Одна з найбільш складних і актуальних проблем сучасного будівництва – забезпечення якості повітря. Якість повітря в приміщенні залежить від багатьох факторів: якість зовнішнього повітря, наявність в приміщенні джерел забруднення, систем і конструкцій повітророзподілення, способів і конструкцій систем вентиляції і кондиціонування повітря, способів управління і надійність експлуатації цих систем і таке інше.

В умовах значного збільшення теплозахисту споруд і герметизації віконних прорізів особливо важливим є встановлення оптимального повітрообміну по зовнішньому повітрю, як по умовам комфортного мікроклімату, так і по вимогам енергозбереження. Найбільш енерговитратною складовою процесів підтримання якості повітря є очистка і тепловолога обробка зовнішнього повітря, кількість якого приймається згідно існуючих норм і в різних державах по різному.

В цьому напрямку в світі проводяться широкомасштабні дослідження. Значних успіхів в розробці вимог до якості внутрішнього повітря досягли

США, Данія, Фінляндія, Німеччина. Одним з найкращих стандартів є ASHRAE 62-1-2004 «Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality» (США), який постійно вдосконалюється по нормам повітрообміну з залученням провідних вчених світу. В цьому відношенні наші нормативи не тільки суттєво відрізняються від закордонних, але ніколи не переглядалися із врахуванням світового досвіду.

В американському стандарті ASHRAE-62-1-2004 норма повітрообміну визначається підсумовуванням кількості зовнішнього повітря безпосередньо для дихання і для розбавлення шкідливостей, які виділяються в приміщенні, враховуючи площу на одну людину. Тобто приймаються, наприклад, для офісних приміщень $9 \text{ м}^3/\text{год.}$ на людину плюс $1,08 \text{ м}^3/\text{год.}$ на 1 м^2 площі при нормі площі $14 \text{ м}^2/\text{людину}$. Тобто $9+1,08 \cdot 14=24 \text{ м}^3/\text{год.}$ на людину або $24/14=1,7 \text{ м}^3/\text{год.}$ на 1 м^2 площі.

Така тенденція до зниження розрахункового повітрообміну спостерігається в світі для більшості громадських споруд.

На цьому фоні доволі дивними виглядають наші нормативи, завищені по повітрообміну і, відповідно, по енерговитратам (наприклад, для офісів в 2 рази). Що це наша «національна особливість» в забезпеченні людини свіжим повітрям в значно більшій кількості або невміння вірно організувати подачу цього повітря в зону дихання? Думаю, що відповідь лежить на поверхні. Наші стандарти передбачають змішану схему організації повітрообміну без врахування можливості збільшити ефективність вентиляції при надходженні повітря безпосередньо в зону дихання (наприклад, створення повітряних оазисів на робочих місцях) або подачі повітря по схемі «знизу-угору» (так звана «витискуюча» вентиляція) і інші модифікації.

З нашої точки зору потрібну інтенсивність повітрообміну в громадських спорудах треба визначати в, першу чергу, використовуючи вуглекислий газ CO_2 , як показник якості повітря і індикатор. Крім того, треба враховувати і такий показник теплового комфорту, як температура приміщення (комплексний параметр по температурі повітря в робочій зоні ($t_{w.z}$) радіаційній температурі (t_R), швидкості повітря ($v_{w.z}$) і відносної вологості ($\phi_{w.z}$). Найбільш ефективним рішенням буде встановлення в приміщенні паралельно працюючих датчиків CO_2 (або на інші летючі суміші для пром. споруд), $t_{w.z}$, $\phi_{w.z}$. Це відповідно потребує роботу вентиляційних систем в перемінному режимі з зміною кількості зовнішнього повітря або загального повітрообміну. Тобто датчик CO_2 задає кількість зовнішнього повітря, а датчики $t_{w.z}$ і $\phi_{w.z}$, передають на контролер дані для підтримання заданих умов теплового комфорту залишаючи, при необхідності, незмінним загальний повітрообмін або змінюючи параметри припливного повітря. Такий метод управління СКП по «розумній достатності» враховує фактичний по часі стан внутрішнього повітря і забезпечує режим динамічного мікроклімату.

В цьому і полягає одна з енергозберігаючих стратегій, яка передбачає значну економію споживання теплової і електричної енергії в порівнянні з постійною витратою зовнішнього повітря не порушуючи умов теплового комфорту.

Рекомендується розробити український Стандарт «Житлові та громадські

будівлі. Норми повітрообміну», які б враховували всі вищезгадані особливості повітряного режиму приміщень, а також світовий досвід.

Величезний резерв в енергоспоживанні закладений в конструктивних особливостях установок кондиціонування повітря. Тому над вдосконаленням конструктивних елементів і умов обробки повітря працюють багато наукових шкіл, а також вітчизняних фахівців. Це, перш за все, інтенсифікація і управління процесами в тепломасообмінних блоках, застосування заощаджуючих електроенергію промислових вентиляторів на базі електронно-комутуючого двигуна постійного току з вбудованою електронікою, обов'язкове встановлення утилізаторів теплоти видаляемого повітря різних конструкцій (з коефіцієнтом використання теплоти до 80...90%), можливістю автоматичного вибору економічної роботи кондиціонерів з перемінною витратою повітря і режимів від рециркуляційного до прямооточного і таке інше.

По кліматичним умовам практично на 80% території України є можливість широкого використання природного охолодження води і повітря для СКП.

Застосування систем випарного охолодження при існуючих темпах будівництва дозволяє знизити енергоспоживання на СКП в Україні до 10%. Крім відомих і більш поширених систем прямого, непрямого, двохступеневого випарного охолодження необхідно приділити увагу розробкам модифікованих систем на основі багатоступеневого випарного охолодження (з оптимальним наближенням параметрів припливного повітря до температури точки роси зовнішнього повітря t_p), а також комбінованим системам штучного і випарного охолодження.

Одним з джерел холоду СКП може бути природне або штучне утворення льодового масиву. Природним шляхом лід утворюється намерзанням води з використанням інтенсивних технологій при від'ємних температурах зовнішнього повітря, штучним шляхом – з використанням холодильних машин, які працюють в економічному температурному і тарифному нічному режимі.

Природне намерзання масиву льоду і його зберігання до початку роботи СКП може бути реалізовано по кліматичним умовам на території України. Практичні проробки підтверджують можливу висоту намерзання за добу 0,5 см на кожний градус від'ємних температур.

Технологія штучного намерзання льоду переносить навантаження енергоспоживання на години мінімальних навантажень, що скорочує потребу в електроенергії на кондиціонування і забезпечує загальне зниження споживання енергії. В цій системі стандартна холодильна машина утворює лід в нічний час при мінімальних навантаженнях електроенергії для споруд і по більш низькому тарифу. Лід формується і зберігається в модульних ізольованих поліетиленових баках, в яких знаходиться спіральний теплообмінник з пластикових трубок, занурений у воду. Вночі водо-гліколева суміш (25%) охолоджується в холодильній машині і циркулює через теплообмінник, відбираючи тепло від води до повного її замерзання.

З метою значної економії електроенергії необхідно широко використовувати так званий ефект «вільного» охолодження, як в кондиціонерах, так і в холодильному устаткуванні, тобто холод зовнішнього повітря (наприклад, при температурі нижче $+18^{\circ}$) може бути використаний для економного охолодження приміщень або холодоносія. Завдяки застосуванню ефекту «вільного» охолодження річне споживання електроенергії в системах кондиціонування повітря в період їх експлуатації може бути знижено більш ніж на 65% в залежності від метеорологічних умов району.

В розвинутих державах на споруди витрачається до 40% споживання первинної енергії і значну її частину (10...40%) можна зекономити за рахунок вдосконалення методів експлуатації (з них більш 30% припадає на системи формування мікроклімату). Дослідження вказують, що через стіни споруди втрачається до 40% теплоти, через вікна 18%, покрівлю-18%, підлогу-14%, інші системи -10%.

Тому зменшити до мінімуму тепловтрати і, відповідно, потужності систем теплопостачання в холодний період та теплонадходження і, відповідно, потужності систем холодопостачання в теплий період можливо тільки при комплексному підході до утеплення будівельних конструкцій і інженерних комунікацій. Завдяки цьому можливо на 80% скоротити енергетичні витрат.

Спектр проблем і напрямків по енергозберігаючим технологіям при формуванні внутрішнього мікроклімату значно ширший, ніж розглядається в даній роботі.

На завершення слід зазначити, що 04.01.2003р. прийнята Європейська Директива по енергетичній ефективності споруд (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) 2002/9/EC. Крім того, в жовтні 2006р. прийнятий план дій ЕС (Action Plan EC) по енергетичній ефективності, який встановлює збільшення енергетичної ефективності в будівельній галузі, як пріоритетний напрямок.

Перш за все для того, щоб реалізувати на практиці вимоги, які є в Директиві EPBD, необхідно в Україні створити свої стандарти. Одним із головних документів повинен бути стандарт по розрахунку енергетичної ефективності споруд, в якому зафіксовані показники мікроклімату (температура і відносна вологість в приміщенні, норми повітрообміну, концентрації CO_2). Стандарт може отримати назву «Вихідні параметри мікроклімату приміщень для проектування і оцінки енергетичної ефективності споруд по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення, акустики». Головними тезами в стандарті повинні бути, по-перше, те, що енергозберігаючі заходи не повинні виконуватись на шкоду комфорту і здоров'ю людей і, по-друге, крім принципів енергетичної сертифікації споруд і фактичної величини енергоспоживання повинні бути рекомендовано вказувати розрахункові параметри і показники рівня кліматичного комфорту.

ТРЕБОВАНИЯ К ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ И КАЧЕСТВУ ВОЗДУХА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МИКРОКЛИМАТА СООРУЖЕНИЙ

В.П. Корбут

Рассмотрены возможности использования современных технологий в составляющих элементах систем кондиционирования микроклимата при соблюдении требований к качеству воздуха. Эффективность данных технологий необходимо определять при сравнении систем, которые обеспечивают одинаковый уровень комфорта. Для того, чтобы реализовать на практике требования, которые есть в Европейской Директиве по энергетической эффективности сооружений (Energy, Performance of Buildings Directive, EPBD) 2002/9/EC, необходимо в Украине создать аналогичный стандарт, в котором должны быть зафиксированы также показатели микроклимата.

REQUIREMENTS FOR ENERGY EFFICIENCY TECHNOLOGIES AND AIR QUALITY IN THE FORMATION OF A MICROCLIMATE FACILITIES

V.P.Korbut

The possibilities of using modern technologies in constituent elements of microclimate cooling systems in compliance with the requirements for air quality. The effectiveness of these technologies should be determined by comparing systems that provide the same level of comfort. In order to implement the requirements that are in the European Directive on energy efficiency constructions (Energy, Performance of Buildings Directive, and EPBD) 2002/9/ES need in Ukraine to create a similar standard that should be recorded as indicators of microclimate.