

Міжнародна практика оцінки енергоефективності громадських будівель

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено порівняльний аналіз існуючих стандартів оцінки енергоефективності систем створення мікроклімату, що використовуються в країнах Європи та Америки. Розглянуті переваги та недоліки кожного з підходів. Визначені основні вимоги, а також сучасні методи та технології збереження енергії в громадських будівлях.

Ключові слова: енергозбереження, енергоефективність, енергозберігаюча технологія, повітрообмін, повітророзподілення.

Abstract

A comparative analysis of existing standards for energy efficiency assessment of microclimate systems used in countries of Europe and America has been carried out. The advantages and disadvantages of each approach are considered. The basic requirements, as well as modern methods and technologies of energy conservation in public buildings are determined.

Keywords: energy saving, energy efficiency, energy saving technology, air circulation, air distribution.

В наш час питання енергоефективності будівель набуває все більшого значення. Найважливішим при цьому є врахування всіх факторів, що впливають на кінцевий результат. Серед них найважливішими є: кліматичні особливості регіону та орієнтація будівлі, теплотехнічні характеристики конструкцій, системи освітлення, опалення, гарячого водопостачання і особливо вентиляції і кондиціонування повітря. Інші фактори, що вносять свій внесок в низьку якість внутрішнього повітря, - це нові матеріали (особливо полімери) і множинні електронні пристрої, все більш поширені в наших будинках. Ця тенденція і те, що люди в індустріальних країнах проводять в середньому 90% свого життя всередині будівель, говорить про те, що якість внутрішнього повітря - дуже важливий аспект, що впливає на здоров'я людей. Кількість алергічних і астматичних захворювань в індустріальних країнах подвоїлася за останні двадцять років [1].

Сьогодні допустима якість внутрішнього повітря переважно визначається заданою кратністю повітрообміну або витратою зовнішнього припливного повітря. Це те ж саме, що встановлювати вимоги до теплового комфорту через витрати на охолодження або опалення, виражені у ВАТ. Зростаюча серед населення популярність енергоефективності часто призводить до створення дуже герметичних будівель. Це означає, що кількість зовнішнього повітря, що проникає всередину будівлі за рахунок інфільтрації, недостатньо для забезпечення необхідної вентиляції.

Зі зменшенням теплообміну з зовнішнім повітрям за допомогою теплопередачі, через підвищення вимог до фасадів будівель, енергоспоживання систем вентиляції і кондиціонування повітря (вентилятори, попередній нагрів і попереднє охолодження припливного повітря), виражене у відсотках, стає все більшою частиною повного енергоспоживання будівель. На деяких об'єктах експлуатаційні витрати на системи створення мікроклімату можуть досягати 60% від загальних витрат. Тому питання енергоефективності систем вентиляції та кондиціонування повітря є головною складовою енергоефективності будівлі.

Функціонування сучасних громадських будівель неможливе без ефективною системи вентиляції та кондиціонування повітря. Для таких будівель характерне розподілення площі приміщень зонально. При всьому різноманітті систем вентиляції, обумовленим призначенням приміщень, характером технологічного процесу, видом шкідливих виділень і т. д., їх можна класифікувати за наступними характерними ознаками[2]:

- способом створення тиску для переміщення повітря (з природним та штучним нагнітанням);
- призначенням (припливні та витяжні);

- зоною обслуговування (місцеві та загальнообмінні);
- конструктивним виконанням (канальні та безканальні).

Сучасні системи кондиціонування повітря можуть бути класифіковані за [2]:

- основним призначенням (об'єктом застосування) – комфортні та технологічні;
- принципом розташування кондиціонера по відношенню до приміщення, що обслуговується, - центральні та місцеві;
- наявністю власного (тобто такого, що входить до конструкції кондиціонера) джерела холоду – автономні та неавтономні;
- принципом дії – прямоточні, рециркуляційні та комбіновані;
- способом регулювання вихідних параметрів кондиціонованого повітря – з якісним (однотрубним) та кількісним (двотрубним) регулюванням;
- ступенем забезпечення метеорологічних умов у приміщенні, що обслуговується – 1-го, 2-го та 3-го класу;
- кількістю приміщень, що обслуговується (локальних зон) – однозональні та багатозональні;
- тиском, який розвивається вентиляторами кондиціонерів – низького, середнього та високого тиску.

Також в наш час великого розповсюдження набули спліт та мульти-спліт системи – це системи розподілення повітря по зонах за допомогою двох блоків, зовнішнього та внутрішнього. Зовнішній блок монтується за межами приміщень або функціональних зон і використовується для транспортування холодоагенту до внутрішнього блоку за допомогою системи фреонових трас. Для кожного блоку підводиться окрема траса. Мульти-спліт система – різновид спліт систем, де до зовнішнього блоку кондиціонера підключають від 2 до 5 внутрішніх. Внутрішні блоки можуть бути різної потужності або різних типів, що дозволяє економити місце на зовнішній стіні будівлі і не псувати зовнішній вигляд декількома зовнішніми блоками. Як і звичайна спліт система, мульти-спліт система оснащена пультами дистанційного управління. В основному такі системи використовуються у випадках коли розміщення декількох зовнішніх блоків з певних причин неможливе. Вони характеризуються можливістю вибору місця установки, низьким рівнем шуму і великим вибором різних типів внутрішніх блоків: настінний, каналний, касетний, стельовий і колонний.

На відміну від мульти спліт систем, де зовнішній блок з'єднується з кожним внутрішнім блоком окремою фреоновою трасою, в VRV (Variable Refrigerant Volume) системах міжблочні комунікації інші. Тут створюється єдина система трубопроводів з декількох мідних труб (зазвичай 2-3), до якої підключається 30 внутрішніх і 3 зовнішні блоки. Довжина трубопроводу, що з'єднує внутрішній і зовнішній блоки, може досягати 100 метрів, а відстань між блоками по горизонталі – 50 метрів, що дає можливість розміщення зовнішнього блоку в будь-якому місці (дах, підвал тощо). Крім того, така конструкція дозволяє більш точно підтримувати задану температуру (до ± 5 °C).

Розробкою сучасного європейського підходу до оцінки енергоефективності протягом останніх років займається Технічний комітет CEN/TC156 «Вентиляція будівель» Європейського комітету з розробки нормативної документації CEN (Comite Europeen de Normalisation) [3]. Американський підхід до оцінки систем вентиляції розроблено Американською спільнотою інженерів з теплопостачання, охолодження та кондиціонування повітря ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)[4]. Сучасний підхід до оцінки ефективності підсистем організації повітрообміну і повітророзподілення для країн пострадянського простору було розроблено ще за часів Радянського Союзу А.А. Римкевичем [5], Т.А. Верховою [6] та Г.М. Позіним [7], тому зараз він потребує перегляду та адаптації під сучасні тенденції енергозбереження.

Енергоефективність СВ та СКП в значній мірі визначається організацією повітрообміну, яка в свою чергу залежить від типу і розташування джерел забруднення, конструктивних особливостей самого приміщення і в першу чергу – від системи повітророзподілення. В усіх трьох підходах вважається, що ефективність системи визначається в першу чергу ефективністю системи повітророзподілення. Європейський та американський підходи багато в чому схожі. Критерієм оцінки енергоефективності СВ та СКП в них слугує ефективність вентиляції ϵ_v : $\epsilon_v = C_e/C_b$,

де C_e – концентрація вуглекислого газу CO_2 у витяжному повітрі;

C_b – концентрація вуглекислого газу CO_2 у повітрі на рівні дихання відвідувачів.

Як мінімум, вентиляція повинна бути достатньою для асиміляції біологічних виділень від людей. На даному етапі виникають протилежності між європейським та американським підходами. В таблиці наведено порівняння нормованих рівнів вентиляції за підходами CEN та ASHRAE.

Таблиця 1 – Порівняння розрахункових витрат повітря згідно CEN та ASHRAE

Тип приміщення	Кількість людей на одиницю площі, люд./м ²	Категорія CEN	Мінімальна інтенсивність вентиляції для користувачів, м ³ /год на люд.		Додаткова вентиляція для будівлі, м ³ /год*м ²				Всього, м ³ /год*м ²	
			ASHRAE Rp	CEN	CEN дуже низьке забруднення	CEN низьке забруднення	CEN не низьке забруднення	ASHRAE Ra	CEN низьке забруднення	ASHRAE
Одиночний офіс	0,1	1	9	36	36	3,6	7,2	1,08	7,2	1,98
		2		25,2	25,2	2,52	5,04		5,04	
		3		14,4	14,4	1,44	2,88		2,88	
Конференц зала	0,5	1	8,1	36	36	3,6	7,2	1,08	21,6	5,58
		2		25,2	25,2	2,52	5,04		15,12	
		3		14,4	14,4	1,44	2,88		8,64	

Європейські норми розрізняють три категорії якості внутрішнього повітря, які відрізняються прогнозованим відсотком людей, що невдоволені якістю повітря. Для кожної категорії розраховані власні рівні параметрів Rp та Ra, які достатні для людей, що тільки зайшли в приміщення. Дане припущення не завжди є доцільним, адже існують приміщення, в яких всі присутні перебувають значну кількість часу. Тому розрахунок витрати повітря для людей, що тільки зайшли в приміщення, є необґрунтованим.

Американський підхід оснований на прийнятній для користувачів якості повітря: припускається, що люди звикають до якості повітря протягом, як мінімум, 15 хвилин. Тому розрахункова кількість повітря в порівнянні з нормами EN 15251 буде нижчою (наприклад, для категорії II буде достатньо лише 9 м³/год. замість 25,2 м³/год.). ASHRAE визначає рівні, які відповідають мінімальним нормативним вимогам, тому спостерігаються значні розбіжності з вимогами CEN [3-4].

Ефективність вентиляції залежить від ефективності розподілу повітря а також типу і розташування джерел забруднення, тому це значення не є тільки характеристикою системи. У більшості випадків передбачається, що джерело забруднення рівномірне, тому ефективність вентиляції буде така ж, як і ефективність розподілу повітря. Для вентиляційної системи з повним змішуванням це значення дорівнює 1, і інтенсивність вентиляції з таблиці можна використовувати для проектування подають розподільних решіток.

Ефективність вентиляції або ефективність розподілу повітря є функцією від розташування і типу припливних і витяжних розподільних решіток і залежить від різниці між температурою повітря та кімнатною температурою, а також від повного повітряного потоку через припливну розподільну решітку. Ефективність розподілу повітря можна розрахувати

або визначити експериментально. Для припливної та місцевої систем вентиляції значення можуть бути більше 1. Якщо в приміщення подається тепле повітря, значення можуть падати до 0,5

Висновки

Загальна енергоефективність систем СВ та СКП насамперед залежить від ефективності організації повітрообміну та повітророзподілення в обслуговуваних приміщеннях. Аналіз існуючих підходів до оцінки ефективності на основі критеріїв ϵ_v та K_I засвічує низку недоліків, які не дозволяють отримати дані з необхідною достовірністю. Сучасний європейський та американський підходи загалом є прогресивними та відповідають новітнім тенденціям до енергозбереження, але методика розрахунку критерію оцінки ϵ_v є дуже спрощеною, що нівелює всі переваги. Коефіцієнт K_I враховує всі можливі фактори, що впливають на ефективність повітрообміну в приміщенні, але не враховує асимілюючу здатність повітря на розбавлення CO_2 та інших шкідливостей.

Дані недоліки призводять до необхідності розробки нового комплексного критерію оцінки енергоефективності систем СВ та СКП, який відповідав би сучасним світовим тенденціям в сфері енергозбереження та враховував взаємозв'язок між схемою повітророзподілення, розташуванням джерел шкідливостей, конструктивних особливостей приміщення, теплоповітряних процесів та асиміляції CO_2 від присутніх в приміщенні людей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Довгалюк, В.Б. Критерії оцінки енергоефективності організації повітрообміну / В.Б. Довгалюк, В.О. Рудзинський, В.І. Наконечний // Енергоефективність в будівництві та архітектурі / Випуск №4. – К.:КНУБА, 2013р. – с. 82-88. – Режим доступу до ресурсу.: http://nbuv.gov.ua/UJRN/enef_2013_4_15
2. Класифікація систем вентиляції та кондиціонування [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурса.: <http://ukrblog.vents.ua/articles/klassifikaciya-sistem-kondicionirovaniya-i-ventilyacii.html>
3. EN 15241. Ventilation for buildings. Calculation methods for energy losses due to ventilation and infiltration in buildings (includes Corrigendum AC:2011).
4. ASHRAE 62.1...62.7. Ventilation for acceptable indoor air quality, Atlanta, GA, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. 2007
5. Римкевич А.А. Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха А.А. Римкевич // Изд.1-е. М.: Стройиздат, 1990г. - 300 с. Изд 2-е, доп. И испр. АВОК – С.-З., 2003г. - 271 с.
6. Верховая, Т.А. Исследование методов комплексной оценки конструируемых способов воздухораспределения для помещений небольшой высоты / Т.А. Верховая // Автореферат кандидатской диссертации. Л.: ЛТИХП, 1980г. – 23с.
7. Позин, Г.М. Принципы разработки приближенной математической модели тепловоздушных процессов в вентилируемых помещениях / Г.М. Позин // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1980, № 11. – с. 122-127.
8. Ратушняк Г.С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання: Навчальний посібник / Г.С. Ратушняк, В.В. Джеджула, К.В. Анохіна – Вінниця: ВНТУ, 2010р. – 170 с.

Коваль Данііл Олексійович, студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Панкевич Ольга Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем в будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Koval Daniil Oleksiyovych, student, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city.

Pankevych Olga Dmytrivna, PhD, docent of Heat and Gas Supply Department, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city.