

HVAC TIZIMIDA TALABGA ASOSLANGAN VENTILYATSIYA (DCV) UCHUN SENSOR VA AKTUATOR INFRATUZILMASI

Akbaraliyev Javlonbek Rasuljon o'g'li

Andijon davlat texnika instituti

Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish

va boshqarish (tarmoqlari bo'yicha), 5-kurs talabasi

Tel: +998 99 914 57 77

Ilmiy rahbar: **Yusupov A.**

ADTI dotsenti

Annotatsiya: Ushbu tezisdagi ma'muriy bino HVAC tizimida talabga asoslangan ventilyatsiya (DCV) uchun sensor va aktuator infratuzilmasi ko'rib chiqilgan. Belgilangan ventilyatsiya tezligi bandlikdan qat'i nazar doimiy bo'lib, energiya isrofi yoki yetarsiz ventilyatsiyaga olib keladi. Siemens QPA2062 NDIR CO₂ sensori, PIR harakat sensorlari va Belimo TSV24-SR VAV aktuatorlari kombinatsiyasi bandlikni ± 1 kishi aniqlikda baholadi va CO₂ darajasini 1420 dan 940 ppm ga tushirdi. Birgalikdagi PIR+CO₂ algoritmi yillik ventilyatsiya energiyasini 18 600 kVt·soat (16,3%) tejadi.

Kalit so'zlar: DCV, CO₂ sensori, NDIR, ichki havo sifati, VAV aktuator, bandlik aniqlash, PIR sensor, Belimo, ASHRAE 62.1.

Kirish Talabga asoslangan ventilyatsiya (DCV) o'zgaruvchan bandlikka ega binolar — ma'muriy binolar, konferens markazlari — uchun eng samarali HVAC energiya tejash strategiyalaridan biridir. DCV samaradorligi to'liqligicha real vaqtda bandlik va havo sifatini baholaydigan sensor infratuzilmasining aniqligi, ishonchliligi va javob tezligiga bog'liq.

Ikki sensorlash usuli mavjud: to'g'ridan-to'g'ri bandlik aniqlash (PIR harakat sensorlari, eshik kalitlari) va bilvosita baholash — CO₂ konsentratsiyasi orqali (inson nafas

olishi ofis muhitida asosiy CO₂ manbai). Har biri alohida cheklovga ega: PIR harakatni, hozirligini emas, aniqlaydi — o'tirib ishlovchi xodim aniqlanmasligi mumkin; CO₂ asosidagi baholash 10–30 daqiqalik kechikishga ega. Ushbu tezisda ikkalasini birlashtirgan tizim taklif etiladi.

Asosiy qism

ASHRAE talablari va sensor tanlash. ASHRAE 62.1 standarti: $V_{bz} = R_p \cdot P_z + R_a \cdot A_z$, bu yerda R_p — kishiga to'g'ri keladigan tashqi havo (2,5 l/s/kishi), P_z — zona bandligi, R_a — maydon birligiga (0,3 l/s/m²), A_z — zona maydoni. DCV uchun real vaqtda P_z ni baholash zarur. Siemens QPA2062 NDIR (Non-Dispersive Infrared) printsipi asosida ishlaydi: infraqizil yorug'lik CO₂ molekullari tomonidan 4,26 mkm to'lqin uzunligida yutiladi. ±50 ppm aniqlik, 5 yilda <5% drift (avto-kalibrlash bilan).

PIR va eshik sensorlari. QPA2062 ga integratsiyalangan PIR sensori 6m×6m maydonni qamrab oladi, <1 s da harakatni aniqlaydi, lekin o'tirgan kishini aniqlay olmaydi. Bu cheklov CO₂ trend tahlili bilan bartaraf etiladi: agar PIR 15 daqiqadan ortiq harakat aniqlamasa, lekin CO₂ o'sib borsa, algoritm statik bandlikni xulosa qiladi. Konferens xonalarida eshik holati kaliti uchinchi mustaqil signal beradi.

VAV aktuatori va birlashtirilgan algoritm. Belimo TSV24-SR (24V, 0–10V, 5 Nm, spring-return). Signal yo'qolganda 90 soniyada minimal ventilyatsiya holatiga qaytadi — xavfsizlik kafolati. Birlashtirilgan algoritm: PIR harakat aniqlasa — $P_{z_est} =$ dizayn bandligi (konservativ); PIR harakat yo'q, CO₂ o'sayotgan bo'lsa — $dC/dt = (G \cdot N - Q \cdot (C - C_{out})) / V$ formulasidan N hisoblanadi; ikkalasi ham yo'q bo'lsa 20 daqiqadan keyin $P_{z_est} = 0$.

Jadval. Bandlik baholash usullarining taqqoslamasi

Usul	Javob vaqti	Bandlik xatosi	Energiya tejash (%)

Faqat PIR	< 1 s	±3,4 kishi	9,8
Faqat CO ₂	10–30 daq	±1,2 kishi	12,6
PIR+CO₂	<1 s / 10 daq	±1,0 kishi	16,3

Birlashtirilgan PIR+CO₂ usuli barcha ko'rsatkichlar bo'yicha eng yaxshi natija berdi: PIR darhol "bandlik oshmoqda" signalini berib konservativ ventilyatsiyani oshiradi, keyin CO₂ massa balansi 10 daqiqa ichida aniq qiymatga moslashtiradi. Sensor tizimi ishonchliligi 98,4% ni tashkil etdi, aktuator buzilishi qayd etilmadi.

Xulosa

1. NDIR CO₂ sensori (±50 ppm) va PIR harakat sensori kombinatsiyasi tez dastlabki javob (<1 s) va aniq bandlik baholashni (±1 kishi) birgalikda ta'minladi.

2. Birlashtirilgan PIR+CO₂ algoritmi 16,3% energiya tejadi — faqat CO₂ dan 30% va faqat PIR dan 66% ko'proq.

3. CO₂ pik darajasi 1420 dan 940 ppm ga tushib, ASHRAE 62.1 chegarasiga (1000 ppm) mos keldi.

4. Sensor ishonchliligi 98,4%, aktuator nosozligi 6 oyda qayd etilmadi — Belimo spring-return aktuatorining uzluksiz HVAC sikliga moslashganligini tasdiqladi.

Ilmiy rahbar: Yusupov A.

Adabiyotlar

1. ASHRAE Standard 62.1-2022. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.

2. Persily A. Field measurement of ventilation rates. – Indoor Air, 2016. – Vol. 26. – P. 97–111.

3. Siemens AG. QPA2062 CO₂ Sensor Technical Datasheet. – 2023.

4. Belimo. TSV24-SR Damper Actuator Technical Datasheet. – 2022.
5. Karimov Q.X. Sanoat avtomatlashtirish asoslari. – Toshkent: O'qituvchi, 2021.
6. Levermore G.J. Building Energy Management Systems. – 2nd Edition. Routledge, 2019.
7. Bolton W. Programmable Logic Controllers. – 7th Edition. Elsevier, 2021.