

ANATOLIJS BORODIŅECIS

PROF., DR. SC. ING.

JURĢIS ZEMĪTIS

MG. SC. ING.

Ēkas energoefektivitāte un termālais komforts

Siltuma plūsma caur ēkas norobežojošām konstrukcijām un apkures, ventilācijas un kondicionēšanas sistēmu darbības režīmu energoefektivitāte atkarīga no projektēšanas stadijā pieņemtajiem iekšējā gaisa parametriem, kam jānodrošina veselīgi un komfortabli dzīves un darba apstākļi. Pārāk zema telpu t° un nepietiekama gaisa apmaiņa palielina sasilšanas risku. Turpretim nepamatoti augsta telpu t° ziemā vai pārāk zema vasarā un paaugstināta gaisa apmaiņa ievērojami pasliktina ēkas energoefektivitāti. Ir ļoti svarīgi atrast līdzsvaru starp ēku energoefektivitātes rādītājiem un iekšējā gaisa parametriem.

Par optimāliem iekšējā gaisa komforta parametriem pieņem +20–24 °C, relatīvo mitrumu 40–60% un CO₂ saturu ne vairāk kā 1000 ppm (promiles) jeb vienu procenta desmitdaļu.

Izvēloties nepieciešamo gaisa apmaiņas apjomu telpās, kur vienīgais piesārņojuma avots ir cilvēki, jāņem vērā pieļaujamā CO₂ koncentrācija. Starptautiskajos pētījumos [1, 2] konstatēts: ja CO₂ saturs ir virs 800 ppm, novērojami tādi simptomi kā acu un aizdegunes iekaisums, galvassāpes, nogurums un nespēja koncentrēties. Ja CO₂ koncentrācija ir virs 1500 ppm, 79% respondentu jūta nogurumu, savukārt 97%, kas periodiski cieš no migrēnas, galvassāpes sākās jau tad, kad koncentrācija bija 1000 ppm. Lai atvieglotu pieļaujamās CO₂ koncentrācijas izvēli, izveidots grafiks (1. att.), kurā norādīta attiecība starp cilvēkiem, kas gaisa kvalitāti novērtē kā neapmierinošu, un starpību starp iekšējā CO₂ koncentrāciju un āra gaisa koncentrāciju, sadalot šo starpību trīs kategorijās. Grafika redzams: pat ja starpība ir 450 ppm, kas atbilst A komforta kategorijai, aptuveni 15%

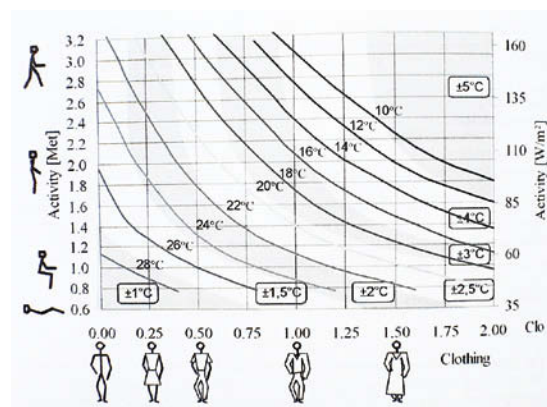
cilvēku tomēr nebūs apmierināti, bet, ja starpība ir 1200 ppm, neapmierināti būs 30%. Tas parāda, ka katrs cilvēks individuāli uztver apkārtējā gaisa kvalitāti un reaģē citādi.

Galvenie mainīgie parametri, kas ietekmē termālo komfortu, ir apkārtējās vides un cilvēka individuālie parametri. Apkārtējās vides parametrus raksturo gaisa t°, mitruma saturs, gaisa kustības ātrums un vidējā apkārtējo virsmu t°. Cilvēka individuālie parametri atkarīgi no tā, ko viņš dara (fiziskās aktivitātes līmenis) un kā tērpts.

Pieņemts, ka cilvēku aktivitātes līmeni izsaka ar īpašu mērvienību MET (Metabolic Equivalent of Task), ko izmanto, lai aprakstītu cilvēka ķermenī metabolisma ceļā radīto enerģiju. 1 MET = 58,2 W/m². Vidējā cilvēka ķermeņa laukums ir 1,8 m². Guļoša cilvēka metabolisma aktivitātes līmenis ir ap 0,7 MET, viegla darba laikā – 1,1–2,2 MET, smaga fiziska darba laikā – līdz 6 MET. Precīzāku informāciju par cilvēka siltuma izdalījumiem var atrast literatūras avotos par komforta parametriem telpās, piemēram, Eiropas un ASHRAE standartos [4, 5]. Cilvēka apģērba termisko pretestību novērtē ar mērvienību Clo. 1 Clo = 0,155 m²K/W.

Visgrūtāk pareizi izvēlēties tieši iekšējā gaisa optimālo t°, jo tā atkarīga no cilvēka aktivitātem, apģērba veida, no apkārtējo virsmu t° un gaisa kustības ātruma. 2. attēlā – profesora O. Fangerā piedāvātais iekšējā gaisa t° izvēles princips atkarībā no cilvēka aktivitātes līmeņa un apģērba veida [6, 7].

Attēla dati ļauj izvēlēties iekšējā gaisa t°, neņemot vērā apkārtējo virsmu t°. Ziemā telpās ar lielu aukstu virsmu īpatsvaru (logi, nesiltinātas ārējās norobežojošās konstrukcijas) šīs metodes izmantošana nav pietie-



Komforta apstākļu izvēle.

kama, lai pilnīgi novērtētu komforta parametrus. Eiropas standarts ISO 7730 un ASV standarts ASHRAE STD 55 nosaka optimālus iekšējā gaisa parametrus, izmantojot arī telpas operatīvo t° un mitruma saturu.

Ja gaisa kustības ātrums telpā ir mazāks par 0,20 m/s, cilvēka metabolisma līmenis ir 1,0–1,3 Met un ja nav tieša saules starojuma, telpas operatīvo t° var noteikt, izmantojot šādu vienādojumu:

$$t_o = \frac{t_i + t_{st}}{2}, \text{ } ^\circ\text{C}$$

kur t_o – operatīvā temperatūra, °C, t_{st} – apkārtējo virsmu vidējā starojuma temperatūra, °C.

Apkārtējo virsmu vidējo starojuma t° (3. att.) nosaka, zinot katras telpas norobežojošo konstrukciju virsmu laukumu un virsmu t°. Vienkāršotajiem aprēķiniem izmanto šādu vienādojumu:

$$t_{st} = \frac{t_1 A_1 + t_2 A_2 + t_3 A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots}, \text{ } ^\circ\text{C}$$

kur $t_1; t_2; t_3; t_n$ – virsmu temperatūra, °C, $A_1; A_2; A_3; A_4$ – attiecīgo virsmu laukums, m². **▣**

Literatūra: 1. Seppanen O. «Энергоэффективные системы вентиляции для обеспечения качественного микроклимата помещений»//«Журнал АВОК», 2000, Nr. 5, с. 26–28. 2. Шилькрот Е. О., Губернский Ю. Д. «Сколько воздуха нужно человеку для комфорта?»//«Журнал АВОК», 2008, Nr. 4, с. 4–13. 3. CEN Report CR 1752:1998. «Ventilation for buildings: Design criteria for the indoor environment». 4. EN ISO 7730:2005. «Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.» – 60 p. 5. ANSI/ASHRAE Standard 55–2004 «Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy», 2004. – 30 p. 6. Fanger P. O., Bahhidi I., Olesen B. W., Langkilde G. «Comfort limits for heated ceilings»//«ASHRAE Transactions», vol. 86, Nr. 2, 1980, p. 141–156. 7. Fanger P. O., Ipsen B. M., Langkilde G., Olesen B. W., Christensen N. K., Tanabe S. «Comfort limits for asymmetric thermal radiation»//«Energy and Buildings», vol. 8, 1985, p. 225–236.