

levegőt közérzeti szempont miatt kell előfűteni. Itt látjuk indukciós anemosztátjaink további elterjedésének lehetőségét.

A levegő nedvesítésének energia költségek tekintetében is előnyös és így követendő útja az *adiabatus légnedvesítés*, így ennek fejlesztését továbbfolytatjuk. Azt hisszük, hogy a klimatizált irodaépületekben a légtöltés, szellőztetés igénye megmarad, ill. növekedni fog.

Így az *indukciós klímakonvektoros rendszer* további fejlődésére számíthatunk, fejlesztését folytatjuk.

Nagy figyelemmel kísérjük a hazai és nemzetközi légttechnikai szakemberek véleményének, az Önök véleményének, állásfoglalásának alakulását, hogy saját elképzeléseinket, prognózisunkat készek legyünk ennek tükrében folytonosan felülvizsgálni és rugalmasan alakítani.

Levegőbeszűrődés hatása a határoló szerkezetek hőszigetelő képességére*

V. N. BOGOSZLOVSKIJ — J. P. GORLOV — V. P. TYITOV (Szovjetunió)

Régóta ismert jelenség, hogy a levegő a határoló szerkezetek tömítetlen részein keresztül behatol az épületbe. Ennek oka lehet a gravitációs erő, a szél vagy a mesterséges szellőztetés.

Természetesen olyan eset is van, amikor ez a tömítetlenségeken áthatoló természetes levegőmozgás káros. Sokemeletes, nagyblokkos épületek alsó emelelei nagyon erősen lehűlhetnek a helyiségekbe bejutó külső levegőtől. E külső levegő felmelegítésére szolgáló hőátvitelű áramok összehasonlíthatók a transzmissziós hővesztéssel. A hideg levegő beszívása az épület külső határoló szerkezetein csökkentheti a belső határoló felületen a hőmérsékletet, ami a helyiség hőkomfort viszonyait rontja.

Ezen kívül az épületben természetes erők hatására keletkező légáramok elősegítik a szennyező anyag egyik helyiségből a másikba való terjedését. A többszintes épületekben a szervezetlen levegő átáramlás előidézhetheti a kellemetlen szagok, mikroorganizmusok terjedését és így a helyiség levegőjének romlását.

Másrészről azonban szükséges a külső határoló falak bizonyos fokú átteresztőképessége, hogy maguk a határoló szerkezetek is szellőzhessenek. Ismeretes a helyiségek olyan szellőztetési módja is („porus-szellőztetés”), amikor a határoló szerkezeten át beszívárgó levegővel történik. Ezenkor a szellőző levegő felmelegítése az alaphővesztés révén biztosított.

Az épület levegő-háztartási kérdéseit (hogyan áramolja körül a szél az épületet, a gravitációs erők hatása, a szervezett és a szervezetlen légsere, levegőeloszlás a szellőzőrendszerben és az egyes helyiségekben, a levegő mozgása a helyiségekben, az épülethől távozó szennyező anyagok terjedése a környező területen stb.) a Moszkvai Kujbisov Építőmérnöki Egyetem (MISZI) tanulmányozza.

Ezen tanulmány a problémának azzal a részével foglalkozik, amely a jelenlegi többszintes építkezés sajátosságaiából, valamint a falpanelekben alkalma-

zott nagy hatású porózus hőszigetelő anyagokból adódik.

A levegő filtrációját kísérleti úton vizsgáljuk. Már hőszigetelő vizsgálati anyag gyűlt össze. A legtöbb építőanyagban, sűrűn porózus hőszigetelőben, ablaktömítő betétben, az illesztéseken észlelhető hajszálrepedésekben a Darcy-törvénnyel leírható lamináris beszűrődés észlelhető.

Nagyporusú anyagokban és résekben már turbulens levegőmozgás tapasztalható. Olyan turbulencia kiváltó tényezők idézik ezt elő, mint pl. az elemi légáramok éles iránytörései, hirtelen bővülés vagy szűkülés, valamint a viszonylag nagy beszűrődési sebesség. Ebben az esetben a szivárgó levegőáram a nyomáskülönbségtől négyzetesen függ.

Legtöbbször egyszerre fordul elő a lamináris és a turbulens áramlás. Ez az ún. vegyes beszűrődés rendszere.

A levegő-átáramlások — bármely határoló szerkezeten keresztül — kiváltó nyomáscsökkenést csak úgy határozhatjuk meg, ha az épület egészének levegő-háztartását vizsgáljuk. Ismerni kell a nyílászárók légbehatolási ellenállását, a szellőzőcsatornák, zsaklusz rácsok stb. méreteit. Általában az épületen belüli nyomáseloszlást megkapjuk, ha valamennyi helyiség levegő-egyensúlyának egyenletrendszerét megoldjuk. Jelenleg elég jól kidolgozott levegőháztartás-számítási apparátussal rendelkezünk (gépi számítási módszerek, analóg módszerek, grafonanalitikus eljárás).

A szóban forgó feladat, vagyis a külső határoló szerkezetek tömegén áthatoló levegőmennyiség meghatározásának jellegét figyelembe véve, kissé egyszerűsíthetjük a mértékadó nyomáskülönbség meghatározását. A következő feltevéseket fogadtuk el: az ablakok légáteresztése a levegőáram és a nyomáskülönbség négyzetes függvénye; az épület-homlokzatok kétoldalt azonos üvegsűrűségű; nincsenek homlokoldali ablakok; a belső ajtók légáteresztési ellenállása elhanyagolhatóan csekély; a légáteresztés, a szélesség és a homlokzatok aerodinamikai együtthatói mind magasságban, mind síkban azonosak; a határoló szerkezetek és

* A „LÉGTÉCHNIKA '76” Konferenciára beküldött előadás. (Közlésre előkészítette: Dr. Menyhart József.)

illesztések tömegének légáteresztése elhanyagolhatóan csekély.

A három ismert nyomás meghatározási módtól (Fribe, Kamenyev, Baturin módszerei) eltérően, metodikánk a következőket tartalmazza.

a) A külső, ill. a belső levegő-térfogatsúlykülönbségből adódó gravitációs nyomás nagyságát egy választott nullához viszonyítva határozhatjuk meg: ez a nullpont az épületen kívül, a külső falon mérhető nyomás.

b) A P_{sz} szélnyomást ugyancsak egy nullponthoz viszonyítva határozzuk meg, éspedig a minimális szélnyomáshoz (a minimális aerodinamikai együtthatójú pontban uralkodó nyomáshoz).

c) A gravitációs és dinamikai eredetű együttes nyomást a gravitációs és a szélnyomás összeadásával kapjuk meg.

d) Az egy helyiségen belüli belső nyomás, P_0 értéke ugyanakkor állandó, a magasság függvényében, és meghatározandó a helyiség levegő-egyensúlyának egyenletéből.

Az ajánlott módszer előnyei: szemléletesebb, a nyomásábrák egységesebb bármilyen magasságú épületekre, és bármely aerodinamikai együttható-értékek esetére. Az említett feltételezések figyelembevételével a vizsgált példában a nyomás ábrái az épület külső oldalain a következő alakúak: a szél felőli oldalon trapéz (a felső alaponál P_0 , az alsó: $H \rho g + P_0$), a szélvédett oldalon háromszög ($H \rho g$ alapú). Itt H — az épület magassága, ρ — a külső és belső levegő sűrűségének különbsége.

Az épület levegő-háztartására vonatkozó jelen számítási metodika néhány elemét (ipari épületekre vonatkoztatva) a Budapesten 1975-ben magyar nyelven kiadott „Az ipari építészet időszzerű kérdései” című tanulmánykötet tartalmazza.

A jelen példában a keresett érték a maximális nyomáskülönbség a határoló szerkezet két oldalán, vagyis a szél felőli homlokzatról a földszint magasságában:

$$\Delta P_{számított} = P_{sz} + H \rho g - P_0 \quad (1)$$

A P_0 értéket meghatározhatjuk a helyiség levegőháztartás egyenletéből (az épület belső térfogata, lásd az előző feltételeket):

$$L \int_0^H \epsilon_n \left(\frac{P_k - P_0}{s} \right)^{1/2} dh + L \int_0^H \epsilon_s \left(\frac{P_k - P_0}{s} \right)^{1/2} dh + \Delta G = 0 \quad (2)$$

ahol P_k kívülről, a szélnek kitett oldalon levő nyomás, amely $P_{sz} + H \rho g$ -vel egyenlő;

P_s ugyanaz, a szélvédett oldalról — $H \rho g$;

ϵ a levegőhozam előjelét meghatározó együtthatók: infiltráció „+”, exfiltráció „-”;

ϵ az ablak légáthoresztési ellenállásának jellemzője (kiszérelti érték);

ΔG a szellőzőrendszerek egyensúlyhiánya az egész épületben, figyelembe véve az előjeleket: „+” — beáramlás, „-” — kiáramlás;

L a homlokzat teljes alaprajzi hossza.

Ha $\Delta G = 0$, a (2) képlet megoldható az s -t és a bejutó levegő hőmérsékletét figyelmen kívül hagyva:

$$P_0 = 0,5 (H \rho g + P_{sz}) \quad (3)$$

Következésképpen kiegyenlített szellőzésnél vagy zárt szellőzőrendszerek esetében (pl. irodaépületekben)

$$\Delta P_{számított} = 0,5 H \rho g + 0,5 P_{sz} \quad (4)$$

A meghatározásnak megfelelően a P_{sz} értéke:

$$P_{sz} = (K_k - K_s) \frac{\rho v^2}{2} \quad (5)$$

ahol K_k és K_s homlokzati átlagos aerodinamikai együtthatók (rendszerint $K_k - K_s$ értéke 1,2–1,4);

v_k szélsebesség (téli időszakra mértékadó);

ρ_k a külső levegő sűrűsége;

ρ_0 a külső és a belső levegő sűrűségének a különbsége.

Szívó-szellőztető rendszerű épületekben (ipari- és irodaépületek), ahol a levegőnek természetes mozgása van, a szovjet Építészeti Szabályzat ajánlása szerint:

$$\Delta P_{számított} = 0,55 (H \rho g + P_{sz}) \quad (6)$$

Olyan épületekben, ahol a szellőztető rendszer mechanikus, általában két mértékadó üzemmód van. Munkaidőn kívül, amikor a szellőző áll, a nyomásesés mértékadó értéke a (4) szerint alakul. Üzem közben, kiegyensúlyozatlan be- és elszívás mellett az épületben $\Delta P_{számított} = f(P_{sz}, \Delta G)$. Ezt az összefüggést dimenzió nélküli formában kaptuk. Ez esetben a határoló szerkezet hőtechnikai számításait nagyobb $\Delta P_{számított}$ érték figyelembevételével végezzük.

Az épület határoló szerkezetein beszűrődő külső levegő a helyiségek hővesztéseit növeli. A számított hőigény elsősorban az ablakokon bejutó levegő melegítését szolgálja. Más határoló szerkezetek (falak, illesztések) szerepe ez esetben nem jelentős (5%-nál kisebb). De a határoló szerkezeten keresztülhatoló, habár kis mértékű, beszűrődő levegő csökkenti a hőmérsékletet mind a szerkezetben, mind a helyiségben. A belső felület t_b hőmérsékletét az Építészeti Szabályzat írja elő. Ezért, ha fennáll a határoló szerkezeteken át a beszűrődés, valamivel meg kell növelni az ellenállását. Az Építészeti Szabályzat szerint a hőátadási ellenállás az előírt hőmérsékletkülönbségtől, azaz $\Delta t = t_b - t_k$ -től, az R_b hőátviteli ellenállástól, valamint a helyiség és a külső hőmérséklet különbségtől, $t_b - t_k$ -től függ.

Vezessük be az i értéket, ami a határoló szerkezet belső felületén áthaladó, infiltráció nélküli — q_b — és infiltrációs — $q_{b,i}$ — hőáramok viszonya:

$$i = q_b / q_{b,i} \quad (7)$$

Ha elhanyagoljuk az infiltráció hatását az R_b értékére (nagyobb infiltrációs áramlatok esetén azonban ezt is általában figyelembe kell venni), akkor a határoló szerkezet kívánt hőátadási ellenállásának infiltráció melletti alakja:

$$R_b = \frac{t_b - t_k}{\Delta t i} R_b \quad (8)$$

Az i együttható értékét a hővezetés egyenletének megoldásából kapott eredmények feldolgozásakor határozzuk meg:

$$c\gamma \frac{\partial t}{\partial z} = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} - (c_j)_b \frac{\partial t}{\partial x} \quad (9)$$

az alábbi egyértelműségi feltételekkel:

$$x=0: \frac{t_b - t_b}{R_b} = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x}; \quad t_b = \text{konst.}$$

$$x=\delta: \frac{t_k - t_k}{R_k} = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x}; \quad t_k = t_{k.0} - A_{t_k} \sin \frac{Z\pi}{120}$$

$Z=0, t_z=f(x, j)$ stacioner üzemmód esetére (Uskov szerint).

ahol $t_{k.0}$ és A_{t_k} a külső levegő átlaghőmérséklete és hőmérsékletváltozásának amplitúdója,

R_k hőleadási ellenállás a külső felületen

Az

$$i=f(R_b, \lambda c\gamma, (c_j)_b)$$

megoldást a Lukjanov által szerkesztett hidroittegrátor segítségével kaptuk. Az i együttható értéke az 1. táblázatban szerepel.

Mint a táblázatból kitűnik, a szigetelőképeség a levegőbeszűrődés növekedésével erősen csökken. Ha szabályozni tudjuk a falpanelek hőszigetelő anyagának légáteresztő képességét, bármilyen, a körülményekhez alkalmazkodó anyagot választhatunk. A MISZI Hőszigetelőanyagok tanszékén vizsgálják azon panelek előállítási eljárásait, amelyek adott tulajdonságú, nagyhatású hőszigetelőkkel — többek között légáteresztő hőszigetelőkkel — készültek. Kidolgozták a polimerek légáteresztő képességét növelő módszereket, perlit-típusú ada-

1. táblázat
Az i együttható értékeinek táblázata

A légáram hőátviteli-képessége $(c_j)_b$, kcal/m ² h fok	$\lambda c\gamma$ együttható	A panel hőátadási ellenállása, kcal/m ² h fok			
		0,7	1	1,3	1,6
0,1	0	0,975	0,94	0,93	0,91
	62,5	0,97	0,945	0,935	0,915
	125	0,97	0,95	0,94	0,92
	185	0,965	0,955	0,945	0,925
	260	0,96	0,96	0,95	0,93
0,2	0	0,935	0,91	0,875	0,845
	62,5	0,94	0,915	0,885	0,855
	125	0,945	0,92	0,890	0,865
	185	0,95	0,925	0,895	0,87
	260	0,955	0,955	0,90	0,875
0,3	0	0,91	0,87	0,83	0,785
	62,5	0,915	0,88	0,835	0,800
	125	0,92	0,885	0,845	0,810
	185	0,925	0,89	0,855	0,820
	260	0,955	0,895	0,865	0,825
0,4	0	0,89	0,83	0,78	—
	62,5	0,90	0,835	0,795	0,75
	125	0,905	0,845	0,805	0,76
	185	0,915	0,855	0,815	0,775
	260	0,92	0,865	0,82	0,78
0,5	0	0,875	0,80	0,75	—
	62,5	0,885	0,81	0,76	—
	125	0,890	0,825	0,77	—
	185	0,895	0,83	0,78	—
	260	0,90	0,84	0,79	—

lék alkalmazásával. Kidolgozták és megkezdték a szálal hőszigetelők (ásványgyapot) előállítását, amelyek meghatározott légáteresztő képességgel rendelkeznek.

Könyvszemle

Tűzvédelem az épületgépészetben

(Tervezési segédlet)

Folyóiratunk 1975/6. számában beszámoltunk arról, hogy kézi tűzoltókészülékekről szóló hasznos tervezési segédletet adott ki a TTI. 1976. márciusában megjelent a Segédlet II. kötete is.

A „Tűzvédelmi berendezések” című és G-62/II számú tervezési segédlet két kötete együtt a legutóbbi tűzvédelmi szabályozások épületgépészeti kérdéseiben hasznos eligazítást ad, hiszen a téma sokrétűsége miatt a rendeletekben foglaltak végrehajtása egyáltalán nem egyértelmű feladat a szakemberek számára.

A most megjelent II. kötet három részre oszlik:

— Első részében a 4/1974(VIII. 1.) BM. sz. rendeletben foglalt épületgépészeti kérdéseket foglalja össze, jól áttekinthető formában ad tájékoztatást és eligazítást a rendeletről eltérő megoldások esetén szükséges felmentések megszerzéséről; a tűzveszélyességi osztálybasorolásról; a különböző előírásokhoz magyarázatokat fűz; foglalkozik a tűzvédelmi műszaki leírások készítésével, az épületek tűzállósági fokozatával.

— A második részben számításokat közöl, amelyek az épületgépészettel is kapcsolatosak, így a gázkazánházak és egyéb robbanásveszélyes helyiségek kialakításához szükséges „hasadó-nyíló felület”, valamint az oltóvíz meghatározására szolgáló számítás és ehhez példával is szolgál;

a csatornahálózat kialakításánál külön foglalkozik a berobbanás ellen védő csillapító (expansziós) kamrák készítésével;

— A harmadik rész a beépített tűzvédelmi berendezésekkel, az önműködő zuhanyberendezéssel (Sprinkler) helyhez kötött haboltó és habosprinkler berendezésekkel és CO₂-dal oltó beépített berendezéssel, majd a kézi és automata jelzésadókkal, automata hő- és füstérzékelőkkel, végül a hő- és füstelvezető rendszerek ismertetésével foglalkozik.

Az igen hasznos segédletet — amelyet bőven elláttak ábra anyaggal is — Polner Gábor és munkatársai (TTI és BM TOP) állították össze, a szaklektorálás munkáját is a BM TOP végezte.

NEVERY TIBOR