

INVESTIGATIONS OF BUILDING ELEMENTS WITH HIGH—THERMAL RESISTANCE FOR ADDITIONAL INSULATION FROM THE INSIDE

R. Puodžiukynas & M. Puodžiukynienė

To cite this article: R. Puodžiukynas & M. Puodžiukynienė (2000) INVESTIGATIONS OF BUILDING ELEMENTS WITH HIGH—THERMAL RESISTANCE FOR ADDITIONAL INSULATION FROM THE INSIDE, *Statyba*, 6:1, 25-31, DOI: [10.1080/13921525.2000.10531560](https://doi.org/10.1080/13921525.2000.10531560)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.2000.10531560>



Published online: 26 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 72

STATYBINIŲ DETALIŲ, SKIRTŲ PASTATAMS APŠILTINTI IŠ VIDAUS, TYRIMAI

R. Puodžiukynas, M. Puodžiukynienė

1. Įvadas

Visame pasaulyje šilumnešių kaina nuolat kyla, todėl kasmet vis aktualesnis darosi energijos išteklių taupymas. Pastaraisiais metais atlikti tyrimai parodė, kad Lietuvoje pastatytų namų sienų šiluminės varžos yra 2–3 kartus mažesnės, negu analogiškoje klimatinėje zonoje esančių pastatų Vakarų Europos šalyse [1, 2]. Energetinių išteklių taupymas apšildant gyvenamuosius pastatus – kompleksinė problema, kuriai išspręsti reikia milžiniškų finansinių išteklių. Ypač brangus yra pastatų sienų apšiltinimas iš išorės, kuris statybinės šiluminės fizikos požiūriu laikomas geriausiu. 1 m^2 pastato išorinės sienos apšiltinimas kainuoja mažiausiai 200 ± 50 Lt priklausomai nuo pastato aukščio ir daugelio kitų sąlygų [1]. Vienas iš pigiausių ir efektyviausių pastatų išorės sienų apšiltinimo būdų, atsižvelgiant į finansinius Lietuvos gyventojų išteklius, yra visiškas ar dalinis jų apšiltinimas iš vidaus. Kiekvienu konkrečiu tokio apšiltinimo atveju būtina įvertinti apšiltinamos konstrukcijos šilumos ir drėgmės parametrus [2].

Iki šiol dažniausiai buvo siūloma sienas iš vidaus apšiltinti mineraline vata – pridėti jos tarp medinių tašų, kurie yra tvirtinami medvaržčiais prie apšiltinamos sienos; visą šią konstrukciją siūloma padengti garo izoliacijos plėvele ir prie tašų pritvirtinta sauso tinko plokštė, kuri vėliau dažoma ar tapetuojama [1]. Tokio apšiltinančio sluoksnio įrengimas jau eksploatuojamame bute sukelia daug nepatogumų, yra imlus darbui ir gana brangus, todėl plačiai nenaudojamas.

2. Tyrimų tikslas ir medžiagų apšiltinimui parinkimas

Darbo tikslas – ieškoti naujų sprendimų jau pastatytų pastatų išorinėms sienoms tinkamai apšiltinti iš vidaus. Detalės sienoms apšiltinti turėtų būti gaminamos iš plačiai Lietuvoje naudojamų medžiagų ir atitikti Lietuvos standartuose nurodytus higieninius ir gaisrinius reikalavimus medžiagoms, eksploatuojamoms pastatų viduje.

Pastatams apšiltinti iš vidaus galima naudoti įvairiausias izoliacines medžiagas. Tačiau, ieškant pigiausio ir

patikimo atitvarų apšiltinimo varianto, svarbu yra pasirinkti tokią šilumą izoliuojančią medžiagą, kuri ne tik pasižymėtų geromis izoliacinėmis savybėmis, bet ir mažai įgertų drėgmės eksploatacijos metu, būtų mechaniškai stipri, lengvai apdorojama, higieniška, nedegi ir nebrangi. Darbo sąnaudos turi būti minimalios; tai ypač svarbu vykdant apšiltinimo darbus jau eksploatuojamuose pastatuose ir šaltu metų laiku (rudenį, žiemą).

Visapusiškai įvertinus įvairias išorinių pastatų sienų apšiltinimo iš vidaus schemas buvo prieita prie išvados, kad viena iš perspektyviausių izoliacinių medžiagų yra nedegus pūstas polistirenas. Jis gaminamas įvairaus tankio (nuo 15 iki 40 kg/m^3).

Bandymams naudojome UAB „Kauno šilas“ iš angliškos žaliavos STYROCELL F 441C gaminamas pūsto polistireno plokštes, kurių tankis 18 kg/m^3 , šilumos laidumo koeficientas eksploatacinėmis sąlygomis $0,04\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, stipris gniuždant iki 10% suspaudimo viršija $0,12\text{ MPa}$. Šio pūsto polistireno 1 m^3 kaina yra 170 ± 20 Lt. Analogiškas yra ir mineralinės vatos gaminių kainų ir šiluminių parametrų lygis, tačiau pūstas polistirenas mažiau įgeria drėgmės, yra technologiškesnis ir patogesnis darbui. Jis turi būti padengtas nedegių medžiagų sluoksniu. To reikalauja gaisrinės normos; be to, šis sluoksnis turi būti pakankamai tvirtas, kad atlaikytų buitines apkrovas pastatą eksploatuojant ir mechanines apkrovas tokias kombinuotas apšiltinančias detales gabenant ir naudojant statybos vietoje. Atlikę bandymus apsauginiam konstrukciniam ir dekoratyviniam sluoksniui suformuoti virš izoliacinio pūsto polistireno sluoksnio pasirinkome tokias medžiagas:

1. G-10 α markės gipsą (TS 6111045-03-92 „Fosfogipso statybinis gipsas“), kurį gamina Kėdainių AB „Fostra“.

2. Faktūrinius stiklo audinio tapetus, kurie yra atsparūs ugniai ir mechaniniams pažeidimams, dezinfekavimo priemonėms ir biologinei agresijai, neteplūs, lengvai nuvalomi bei nuplaunami. Bandymams naudojome švedų

firmos „Pentaglass“ gamybos faktūrinius stiklo audinio tapetus.

3. Polivinilacetatinę, homopolimerinę (PVA) dispersiją (TS 566739-37-96), gaminamą AB ACHEMA – kaip priedą į gipsą jo adhezijai prie pūsto polistireno ir stiklo audinio tapetų pagerinti.

4. Institute paruoštą gipso rišimosi lėtiklį, kuris ypač tinka alfa gipso rišimuisi lėtinti; pridedamas į gipsą jo kiekis parenkamas pagal šilumą izoliuojančių detalių gamybos technologijos reikalavimus.

3. Statybinių detalių, skirtų pastatams apšiltinti iš vidaus, kūrimas ir tyrimai

Statybinės šiluminės fizikos specialistų, vadovaujamų prof. V. Stankevičiaus, atlikti išsamūs bandymai ir temperatūrinių laukų skaičiavimai parodė [2, 3], kad iš atitvarų vidinės pusės įrengto papildomo šilumą izoliuojančio sluoksnio optimalus storis priklauso nuo išorinės, neapšiltintos atitvaros šilumą izoliuojančių savybių – kuo geresnėmis šilumą izoliuojančiomis savybėmis ji pasižymi, tuo daugiau galima ją apšiltinti iš vidaus, nesukeliant neigiamų apšiltintos atitvaros drėgmės režimo pokyčių. Analizuojant iš vidaus apšiltintų atitvarų temperatūrinius laukus nustatyta, kad apšiltinant iš vidaus tokio tipo konstrukcijas kaip keramzitbetonio sienos (jų šiluminė varža eksploatacinėmis sąlygomis $0,68 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$), papildomo šilumą izoliuojančio sluoksnio šiluminė varža neturėtų labai viršyti $1 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$. Apšiltinant mūro sienas iš tuščiavidurių keraminių plytų, kurių šiluminė varža didesnė – $0,94 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, papildomo šilumą izoliuojančio sluoksnio šiluminė varža neturėtų labai viršyti $2 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.

Šių tyrimų rezultatai ir nusako, kokią šiluminę varžą turėtų turėti izoliuojančios statybinės detalės, skirtos atitvaroms apšiltinti iš vidaus. Pasirinkus kaip izoliacinę medžiagą pūstą polistireną, kurio šilumos laidumo koeficientas eksploatacinėmis sąlygomis yra $0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, optimalus jo sluoksnio storis būtų: apšiltinant iš vidaus pastatus su keramzitbetoninėmis sienomis – $50\text{--}55 \text{ mm}$ (izoliacinio sluoksnio šiluminė varža $R = 1,25\text{--}1,37 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$), o apšiltinant pastatus su sienomis iš tuščiavidurių keraminių plytų – $80\text{--}85 \text{ mm}$ ($R = 2\text{--}2,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$). Tačiau plokštės iš niekuo nepadengto pūsto polistireno negali būti naudojamos atitvaroms apšiltinti iš vidaus, nes jos yra nepakankamai atsparios ugniai ir buitiniams mechaniniams poveikiams (smūgiams, įbrėžimams). Todėl, norint pūstą

polistireną panaudoti pastatų atitvaroms apšiltinti iš vidaus, statybines detales iš jo būtinai reikia gaminti su ugniai ir mechaninėms apkrovoms atspariu apsauginiu ar apsauginiu dekoratyviniu sluoksniu.

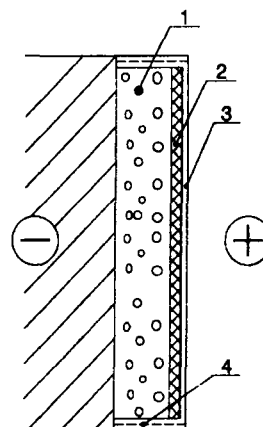
Atlikę gausius statybinių detalių, skirtų pastatams apšiltinti iš vidaus, bandymus, jų fizikinių-mechaninių savybių tyrimus ir įvertinę higienines ir gaisrines jų savybes, pasiūlėme pastatų atitvarų apšiltinimui iš vidaus gaminti dviejų tipų statybines detales:

1) didelių matmenų pūsto polistireno plokštės ($270\text{--}300 \times 300 \times 5\text{--}8 \text{ cm}$) su gaisrine danga iš vienos pusės – padengiant pūstą polistireną 2 mm storio polimergipsio sluoksniu, kuriuo prie polistireno prikljuojamas stiklo audinio tapetas;

2) pūsto polistireno blokelių ir juostas, padengtas $5\text{--}7,5 \text{ mm}$ storio polimergipsio apvaskalu ($25 \times 7 \text{ cm}$ skerspjūvio ploto ir $40\text{--}120 \text{ cm}$ ilgio).

3.1. Didelių matmenų kombinuotos pūsto polistireno plokštės

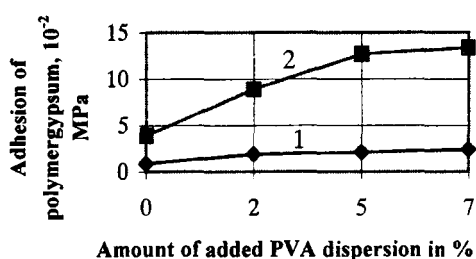
Didelių matmenų kombinuotas pūsto polistireno plokštės su gaisriniu apsauginiu sluoksniu iš vienos pusės (1 pav.) siūlome gaminti $2,5\text{--}3 \text{ m}$ ilgio (pagal apšiltinamos atitvaros aukštį), iš vidaus pusės plokštę padengiant 2 mm storio polimergipsio sluoksniu, kuriuo prie pūsto polistireno dar prikljuojamas dekoratyvinis stiklo audinio tapetas.



1 pav. Kombinuota pūsto polistireno plokštė su apsauginiais sluoksniais: 1 – pūstas polistirenas ($5\text{--}8 \text{ cm}$), 2 – polimergipsio sluoksnis (2 mm), 3 – faktūrinis stiklo audinys, 4 – polivinilacetatiniai klijai

Fig 1. Combined expanded polystyrene slab with protective layers: 1 – expanded polystyrene ($5\text{--}8 \text{ cm}$); 2 – polymeric gypsum layer (2 mm); 3 – texture glass tissue; 4 – polyacrylate adhesive

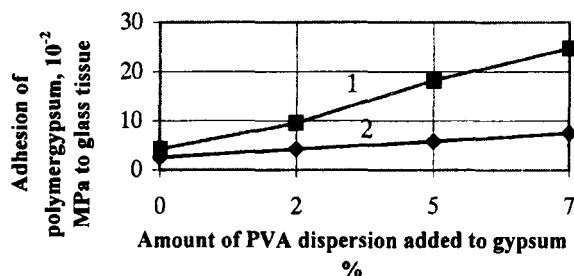
Pūsto polistireno plokštės dengiant polimergipsio sluoksniu labai svarbu, kad jis kuo geriau sukibtų su pūstu polistirenu ir plokštės kilnojant ar vežant nuo jo neatšoktų. Tyrimai parodė, kad polimergipsio adhezija prie pūsto polistireno yra gana nedidelė (apie $1 \cdot 10^{-2}$ MPa); plėšiant pūstą polistireną nuo polimergipsio, atsiluoksniavimas vyksta nuo pūsto polistireno. Siekdami padidinti polimergipsio adheziją prie pūsto polistireno, išbandėme kelių kopolimerinių polivinilacetato (PVA) dispersijų ir homopolimerinės PVA dispersijos įtaką šiai adhezijai pridėdami įvairių jų kiekių į polimergipsį ir gruntuodami jomis pūstą polistireną. Geriausi rezultatai gauti naudojant šiam tikslui homopolimerinę PVA dispersiją (2 pav.).



2 pav. Polimergipsio adhezijos prie pūsto polistireno (10^{-2} MPa) priklausomybė nuo į jį pridėtos dispersijos kiekio ir polistireno gruntavimo: 1 – negruntuotas pūstas polistirenas, 2 – pūstas polistirenas, gruntuotas PVA dispersija

Fig 2. Dependency of polymergypsum adhesion (10^{-2} MPa) to expanded polystyrene: 1 – uncoated expanded polystyrene, 2 – expanded polystyrene coated with PVA dispersion

Antras svarbus kombinuotos pūsto polistireno plokštės sluoksniu yra faktūrinis stiklo audinys. Jo adhezijos (priklijavimo) stiprio priklausomybė nuo pridėtos į polimergipsį PVA dispersijos kiekio ir gipso rūšies parodyta 3 pav.



3 pav. Polimergipsio adhezijos (10^{-2} MPa) prie stiklo audinio priklausomybė nuo gipso rūšies ir į jį pridėtos PVA dispersijos kiekio: 1 – α gipsas, 2 – β gipsas

Fig 3. Dependency of polymergypsum adhesion (10^{-2} MPa) to glass tissue upon the type of gypsum and the amount of added PVA dispersion: 1 – α gypsum, 2 – β gypsum

Kaip matyti iš 2 ir 3 pav. pateiktų bandymų rezultatų, gaminant kombinuotas pūsto polistireno plokštės jas būtina gruntuoti PVA dispersija; polimergipsiniam klijuojančiam sluoksniui sudaryti daug geriau tinka α gipsas, o ne β gipsas. Optimalus PVA dispersijos, pridėamos į α gipsą kiekis – (2–5)% PVA dispersijos nuo gipso masės; tai užtikrina gerą polimergipsio sluoksniu sukibimą ir su pūstu polistirenu, ir su stiklo audiniu.

Įvairios užsienio firmos siūlo specialius kljus stiklo audiniui prie pūsto polistireno klijuoti. Norėdami išsiaiškinti, koks yra mūsų siūlomo polimergipsio (su 2–5% PVA) adhezijos absoliutusis dydis, palyginti su užsienio firmų kljais, atlikome palyginamuosius jų bandymus – kljuotas stiklo audinys prie specialaus tankesnio (50 kg/m^3) pūsto polistireno (1 lentelė).

1 lentelė. Stiklo audinio priklijavimo prie pūsto polistireno stipris (adhezija) naudojant tam įvairius kljus

Table 1. Adhesion of glass tissue to expanded polystyrene using various types of adhesives

Rišiklis	PVA dispersija	Gipsas su 2% PVA	Gipsas su 5% PVA
Adhezija 10^{-2} MPa	20,6±1,4	19,8±2,3	24,7±2,8
Rišiklis	Stroporas	Strokolas	CEZ-26
Adhezija 10^{-2} MPa	13,0±4,5	23±3,2	27,2±1,7

Kaip matyti iš 1 lentelės, α gipsas su 2–5% PVA dispersijos priedu prilijsta daug polimerinio komponento turintiems specialiems kljams, skirtiems stiklo audiniui prie pūsto polistireno klijuoti. Klijuojant polimergipsiu stiklo audinį prie nedidelio tankio pūsto polistireno ($18\text{--}25 \text{ kg/m}^3$), reikiamas adhezijos dydis priklauso nuo paties pūsto polistireno stiprumo; todėl, kai naudojome 18 kg/m^3 tankio pūstą polistireną ir atsižvelgdami į tai, kad PVA dispersija – brangus komponentas, kombinuotų pūsto polistireno plokščių dekoratyviniams apsauginiui ir gaisriniui sluoksniui formuoti naudojome α gipsą, turintį 2% PVA dispersijos nuo gipso masės.

Kombinuotų izoliacinių plokščių, gaminamų iš 18 kg/m^3 tankio 5 cm storio pūsto polistireno plokštės, ją padengiant iš vienos pusės 2 mm storio polimergipsio sluoksniu su jo paviršiuje priklijuotu stiklo audiniu, fizinės-mechaninės savybės yra tokios: tankis – 62 kg/m^3 , šilumos laidumo koeficientas – $0,039 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, šiluminė varža – $1,3 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. Esant plokštės matmenims $270 \times 100 \times 5,5 \text{ cm}$ (5 cm pūsto polistireno), viena plokštė sveria apie 9,3 kg, todėl jas lengva pernešti ir tvirtinti prie atitvaros.

Kombinuotų plokščių degumas ir gaisrinės savybės buvo tiriamos Priešgaisrinės apsaugos departamento prie VRM Gaisrinių tyrimų centre. Pagal ISO 5657 standartą buvo nustatomas plokščių užsidegimo laikas, veikiant jas įvairaus intensyvumo šilumos srautu. Konstatuota, kad, veikiant plokštes 10 kW/m^2 ir 20 kW/m^2 šilumos srautais, jos iš viso neužsidega ir užsidegė tik veikiamos 30 kW/m^2 ir didesniais srautais. Pašalinus didelio intensyvumo šilumos šaltinį, plokštės savaime nedegė. Nustatyta, kad tokių kombinuotų plokščių liepsnos plitimo indeksas yra lygus 5,2 (pagal normas turi būti mažesnis kaip 20), taigi tai yra medžiaga, kuria liepsna plinta lėtai. Remiantis Gaisrinių tyrimų centro atliktais tyrimais, pagal standarto ISO 5657 rodiklių nomenklatūrą pūsto polistireno plokštės, padengtos 2 mm storio polimergipsio sluoksniu ir stiklo audiniu, gali būti naudojamos tiek pramoniniams, tiek gyvenamiesiems namams apšiltinti iš vidaus be papildomų gaisrinių padengimų.

Kombinuotos izoliuojančiosios plokštės prie apšiltinamos atitvaros gali būti pritvirtinamos mechaniniu būdu arba jos priklijuojamos. Tvirtinimui mechaniniu būdu tinka įvairiausios tvirtinimo detalės (dažniausiai metalinės), kurias siūlo apšiltinančias medžiagas gaminančios ar jomis prekiaujančios firmos; dažniausiai tai yra specialios smeigės ar medvaržčiai, kurie yra įsukami į apšiltinamoje sienoje įtvirtintas įdėtines detales ir laiko plačias poveržles, prispaudžiančias plokštes prie apšiltinamo paviršiaus. Plokštės prie apšiltinamo paviršiaus gali būti klijuojamos ir polimergipsiu ar specialiais klizais, skirtais pūstam polistirenui priklijuoti prie apšiltinamo paviršiaus (CEZ-26, stirokolu, stiroporu ir pan.). Į pastato vidų nukreiptas kombinuotų plokščių paviršius yra padengtas baltu faktūriniu stiklo audiniu, todėl jo nereikia dažyti. Norint gauti spalvotą paviršių, kombinuotų plokščių paviršius gali būti dažomas specialiais stiklo audinio dažais. Kombinuotos plokštės yra didelių matmenų, todėl ant sienos būna tik vertikalios siūlės. Jos gali būti užglaistomos, paliekamos neužtaisytos, arba blokuojamos dekoratyvinėmis medinėmis ar plastmasinėmis juostelėmis.

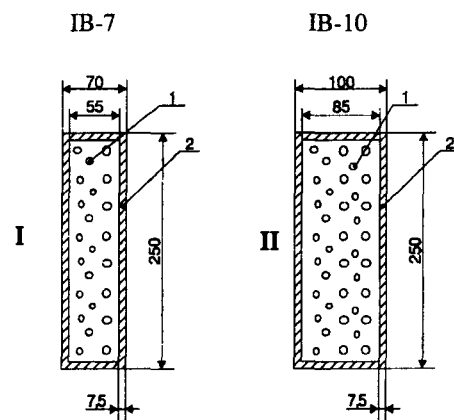
3.2. Izoliaciniai blokai (IB) iš pūsto polistireno, iš visų pusių padengto 7,5 mm storio polimergipsio sluoksniu

Didelių matmenų plokštės yra labai patogios atitvaroms izoliuoti iš vidaus tuomet, kai izoliuojamos didelio ploto vienalytės atitvaros, neturinčios langų, radiatorių įdubų ar iškilimų. Tačiau pastatų išorinėse sienose visuo-

met yra langų, įdubų, siaurų, nedidelio ploto izoliuojamųjų paviršių, kuriems didelių matmenų plokštės netinka. Be to, izoliuojant atitvarą iš vidaus, izoliacinei detalei apatinėje atitvaros dalyje (maždaug iki 1–1,5 m aukščio) tenka atlaikyti įvairias smūgines ir kitas buitines apkrovas. Šiuo atveju didelių matmenų plokščių paviršinio sluoksnio (2 mm storio polimergipsis, padengtas stiklo audiniu) atsparumas smūgiams ir kitoms buitiniams apkrovoms yra nepakankamas. Todėl izoliuojant pastatų atitvaras iš vidaus, siūlome apatinę jų dalį (iki 1–1,5 m aukščio) įrengti iš specialių izoliacinių blokų, pagamintų iš pūsto polistireno, kuris iš visų pusių būtų padengtas 7,5 mm storio polimergipsio sluoksniu. Juos rekomenduojama gaminti neaukštes (25 cm) ir dviejų storių:

I – 7 cm storio (iš jų 5,5 cm putų polistireno), turinčius šiluminę varžą $R = 1,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (IB-7) (žr. 4 pav. I);

II – 10 cm storio (iš jų 8,5 cm putų polistireno), turinčius šiluminę varžą $R = 2,1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (IB-10) (žr. 4 pav. II).

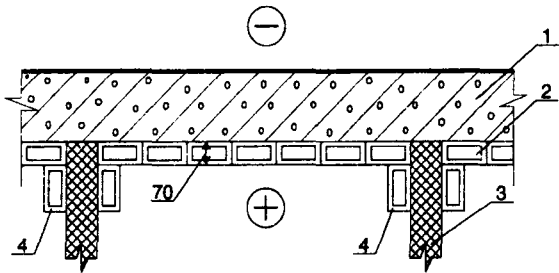


4 pav. Izoliaciniai blokai iš pūsto polistireno su polimergipsio apvalkalu: I – IB-7, II – IB-10: 1 – pūstas polistirenas, 2 – polimergipsis

Fig 4. Insulation blocks from expanded polystyrene with polymer gypsum coating: I – IB-7, II – IB-10: 1 – expanded polystyrene, 2 – polymeric gypsum

Izoliacinių blokų ilgis gali būti įvairus, rekomenduojamas – nuo 40 iki 100 cm; be to, juos lengva supjaustyti, jeigu reikia pritaikyti nestandartiniam apšiltinamo paviršiaus pločiui. Blokai IB-7 (7 cm storio izoliacinis blokas) remiantis temperatūrinių laukų skaičiavimais [3] specialiai pritaikyti stambiaplokščiams namams su keramzitbetonio sienomis apšiltinti iš vidaus. Šio tipo namų atitvarų šiluminė varža R yra $0,68\text{--}0,75 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$; apšiltintos izoliaciniais blokais atitvaros R yra apie $2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. II tipo blokai IB-10 – skirti namams su mūri-

nėmis sienomis iš skylėtųjų keraminių plytų ($R = 0,94-1,1 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$) apšiltinti iš vidaus; jais apšiltinus iš vidaus tokias sienas jų R yra apie $3 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$. Siūlomos apšiltinimo schemas parodytos 5 ir 6 pav.

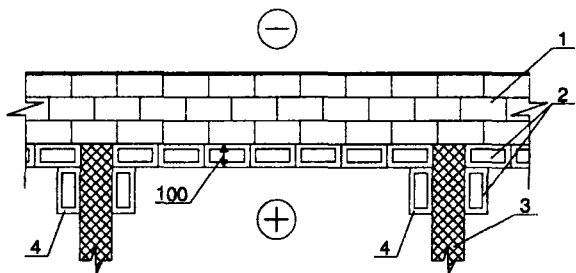


5 pav. Pastato su keramzitbetonine išorine siena ($R = 0,68 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$) apšiltinimas blokais IB-7; apšiltintos atitvaros $R = 2 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$: 1 – keramzitbetoninė pastato siena; 2 – izoliaciniai blokai IB-7; 3 – vidaus pertvaros iš gipso-cemento-pucolaninių plokščių; 4 – papildomi blokai kampams apšiltinti

Fig 5. The insulating of the building with claydite-concrete exterior wall ($R = 0,68 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$) using IB-7 blocks; insulated enclosure $R = 2 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$: 1 – claydite-concrete wall; 2 – insulation blocks IB-7; 3 – inner partition walls from gypsum-cement slabs; 4 – additional blocks for corner insulation

Apšiltintos blokais IB-7 keramzitbetoninės atitvaros šiluminė varža $R \approx 2 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$.

Mūrinės sienos, taip apšiltintos blokais IB-10, šiluminė varža $R \approx 3 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$.



6 pav. Pastato su plytų mūro išorine siena ($R = 0,94 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$) apšiltinimas blokais IB-10; apšiltintos atitvaros $R = 3 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$: 1 – pastato siena iš skylėtųjų keraminių plytų; 2 – izoliaciniai blokai IB-10; 3 – aptinkuota pertvara iš keraminių plytų; 4 – papildomi blokeliai kampams apšiltinti

Fig 6. The insulating of the building with brick exterior walls ($R = 0,94 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$) using IB-10 blocks; insulated enclosure $R = 3 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$: 1 – building wall of holed ceramic bricks; 2 – insulation blocks IB-10; 3 – plastered partition of ceramic bricks; 4 – additional blocks for corner insulation

Kombinuotų blokų stipris gniuždant ir tankis buvo bandomi suformavus $250 \times 70 \text{ mm}$ skerspjūvio ir 400 mm ilgio blokus su 5; 7,5 ir 10 mm storio polimergipsinėmis sienelėmis; taip pat buvo apskaičiuotas maksimalus šalčio tiltelių procentas apšiltinamoje atitvaroje ją apšiltinant mažiausio ilgio kombinuotais blokais (2 lentelė).

2 lentelė. Kombinuotų blokų iš pūsto polistireno su polimergipsine danga fizikinių-mechaninių savybių priklausomybė nuo polimergipsinės dangos storio

Table 2. Dependency of physical-mechanical properties of combined blocks made of expanded polystyrene with polymergypsic coating upon the thickness of the polymergypsic coating

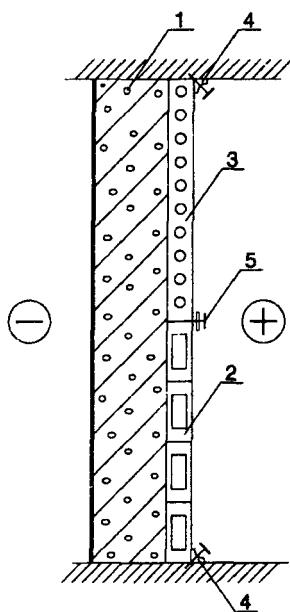
Bloko polimergipsinės sienelės storis, mm	5	7,5	10
Rodiklis			
Bloko bendrasis tankis, kg/m^3	432	478	524
Vieno bloko ($400 \times 250 \times 70 \text{ mm}$) masė, kg	2,9	3,35	3,8
Stipris gniuždant, MPa	0,08	0,12	0,15
Šalčio tiltelių maksimalus %, apšiltinant ją mažiausiais ($400 \times 250 \times 70 \text{ mm}$) kombinuotais blokais	6,5	9,75	13

Kaip matyti iš 2 lentelės, esant optimaliam polimergipsinės sienelės storiui $7,5 \text{ mm}$ ir apšiltinant atitvarą net mažiausio rekomenduojamo ilgio blokeliais, šalčio tiltelių plotas yra mažesnis kaip 10% . Gaminant 1000 mm ilgio blokus šalčio tiltelių plotas yra mažesnis kaip 5% . Turint galvoje, kad polimergipsio tankis yra apie $1300 \text{ kg}/\text{m}^3$, o apšiltinantis sluoksnis įrengiamas iš vidaus, kritinių taškų šiais blokais apšiltintuose paviršiuose nesusidaro.

Vertinant kombinuotų blokų stiprį gniuždant pažymėtina, kad jie yra ne konstrukcinė, o tik besilaikanti detalė. Apšiltinant 3 m aukščio sieną vien šiais blokais, jų slėgis į pagrindą dėl nuosavos masės yra apie $0,014 \text{ MPa}$, t. y. apie 7 kartus mažesnis negu ardanti apkrova bandant stiprį gniuždant. Įvertinus kitus veiksnius (polimergipsio valkšnumą esant ilgalaikiai apkrovai, blokų priklijavimą prie apšiltinamo paviršiaus), tokiais kombinuotais blokais patikimai galima apšiltinti iki 10 m aukščio atitvaras, nedarant papildomų konstrukcinių sutvirtinimų.

Kombinuotų blokų suklijavimas ir jų priklijavimas prie apšiltinamos atitvaros gali būti atliekamas lėtakiečiais polimergipsiniais rišikliais (rišimosi pradžia apie 60 min). Svarbu, kad atitvara, prie kurios tvirtinami blokai, būtų švari ir sausa; prieš tvirtinant blokus ją būtina gruntuoti praskiestu (santykiu $1:3 - \text{PVA} : \text{vanduo}$) polivinilacetatinės dispersijos tirpalu.

Izoliacinius blokus ir didelių matmenų plokštes, apšiltinant sudėtingo paviršiaus atitvarą, turinčią langų ir įdubų, rekomenduotina naudoti kartu – nedidelio pločio (iki 1 m) apatinę dalį apšiltinti kombinuotais blokais, o viršutinę – plokštėmis (žr. 7 pav.).



7 pav. Atitvaros apšiltinimas iš vidaus vienu metu naudojant ir izoliacinius blokus, ir plokštes: 1 – apšiltinama atitvara; 2 – izoliaciniai blokai; 3 – izoliacinės plokštės; 4 – grindjuostė ir medinė kampo detalė prie lubų; 5 – dekoratyvinė juostelė siūlei blokuoti

Fig 7. Enclosure insulation proofing from the inside of the building using both insulation blocks and slabs: 1 – enclosure; 2 – insulation blocks; 3 – insulation slabs; 4 – plinth and a wooden corner detail at the ceiling; 5 – decorative band for seam blocking

Tiek didelių matmenų kombinuotos pūsto polistireno plokštės, tiek kombinuoti blokai turi būti gaminami esant aukštesnei kaip +5 °C aplinkos temperatūrai. Šios apšiltinimui skirtos statybinės detalės gali būti gaminamos pačių įvairiausių matmenų, tačiau racionaliausia jų matmenis parinkti taip, kad jie būtų kartotiniai pagal apšiltinamos atitvaros matmenis.

4. Atitvarų apšiltinimo iš vidaus kombinuotomis statybinėmis detalėmis ekonominis tikslingumas

Svarstant atitvarų apšiltinimo iš vidaus kombinuotomis statybinėmis detalėmis ekonominį tikslingumą, kartais priekaištaujama, kad toks apšiltinimo būdas sumažina patalpos plotą. Atitvarams apšiltinti siūlome naudoti 7 ir 10 cm storio kombinuotas plokštes ir blokus. Skaičiavi-

mai parodė, kad atitvaros apšiltinimas 7 cm storio kombinuotomis statybinėmis detalėmis patalpos plotą vidutiniškai sumažina 1,4–1,8%, o apšiltinant 10 cm storio detalėmis – 2–2,5%; jeigu atitvaroje yra langų ir radiatorių įdubų – patalpos plotas sumažėja mažiau. Patalpos, esančios pastato kampe, kai reikia apšiltinti dvi jos sienas, plotas sumažėja 3–4%. Šie duomenys rodo, kad patalpų apšiltinimas iš vidaus jų plotą sumažina labai nedaug.

Skaičiavimai rodo, kad įvertinus medžiagų kainą, kombinuotų plokščių ir blokų gamybos, atitvarų apšiltinimo ir pridėtinės išlaidas, mokesčius bei pelną, 1 m² atitvaros apšiltinimo iš vidaus orientacinė kaina būtų:

- apšiltinant atitvarą 7 cm storio kombinuotais blokais – (45–50) Lt/m²;
- apšiltinant atitvarą 5,5 cm storio didelių matmenų plokštėmis – (35–40) Lt/m².

Kaip matyti, pastato apšiltinimo iš vidaus 1 m² kaina yra 3–5 kartus mažesnė negu pastato apšiltinimo iš išorės. Apšiltinimas iš vidaus yra 10–15% mažiau efektyvus ir reikia papildomų sąnaudų kampams ir pertvaroms apšiltinti kontakto su išorės sienomis vietose, tačiau Lietuvos sąlygomis pastatų išorės sienų apšiltinimas iš vidaus turi nemažą pranašumą, būtent:

- 1) yra neabejotinai keletą kartų pigesnis nei pastato apšiltinimas iš išorės;
- 2) nesudėtinga apšiltinimo technologija – jokių pastolių, aukštybinių darbų;
- 3) apšiltinimą galima vykdyti bet kuriuo metų laiku ir bet koku oru;
- 4) visus apšiltinimo darbus bet kuris nagingesnis gyventojas gali atlikti pats, tuo sutaupydamas daug lėšų;
- 5) apšiltinimo darbus priklausomai nuo finansinių galimybių gyventojas gali vykdyti net ir keletą metų;
- 6) visiškai nebūtina imti milžiniškų paskolų iš bankų ir mokėti jiems didelius procentus – apšiltinimo kainą padvigubina vien procentai už paskolas;
- 7) energijos išteklių taupymas apšiltinant pastatus – ne savitiksli; jis tinka tik tuomet, kai gyventojas per artimiausius kelerius metus gauna realią finansinę naudą.

5. Išvados

1. Siekiant efektyviai taupyti lėšas siūlome pastatų, ypač daugiaaukščių, atitvaras apšiltinti iš pastato vidaus naudojant specialias statybines detales.

2. Šių statybinių detalių gamybai siūlome naudoti 18 arba 25 kg/m³ tankio pūstą polistireną, padengtą plonu

polimergipsio sluoksniu (kombinuoti blokai) arba polimergipsio ir stiklo audinio sluoksniais (didelių matmenų plokštės).

3. Siekiant pigiausiu būdu apšiltinti pastatus, sudaryti optimalias pastatų išorės sienų eksploatacijos sąlygas ir išvengti drėgmės kaupimosi sienos paviršiuje, siūlome:

– Pastatus su keramzitet betoninėmis išorės sienomis apšiltinti iš vidaus kombinuotais blokais su 5,5 cm storio pūsto polistireno plokšte viduje (apatinę patalpos dalį) arba didelių matmenų (patalpos aukščio) 5,5 cm storio kombinuotomis pūsto polistireno plokštėmis, kurios iš patalpos vidaus pusės padengtos polimergipsio ir faktūrinio stiklo audinio sluoksniais (aukštutinę dalį). Jų šiluminė varža yra 1,3–1,4 m²·K/W (apšiltintos sienos šiluminė varža 2,0–2,1 m²·K/W).

– Pastatus su mūrinėmis išorės sienomis apšiltinti iš vidaus kombinuotais blokais su 8,5 cm storio pūsto polistireno plokšte viduje (apatinę patalpos dalį) arba 8,5 cm storio didelių matmenų pūsto polistireno plokštėmis, iš vidaus pusės padengtomis polimergipsio ir faktūrinio stiklo audinio sluoksniais (patalpos aukštutinę dalį). Šių kombinuotų statybinių detalių šiluminė varža yra 2,1–2,2 m²·K/W. Tokios apšiltintos mūrinės sienos suminė šiluminė varža 3,0–3,1 m²·K/W.

4. Parengta statybinių detalių, skirtų pastatams apšiltinti iš vidaus, gamybos technologija, ištirta adhezijos (sukibimo) tarp pūsto polistireno, polimergipsio ir faktūrinio stiklo audinio kitimo priklausomybė nuo polimero prigimties ir kiekio polimergipse ir jo kitimas laikui bėgant.

5. Siūlomų statybinių detalių gaisrinės savybės ištirtos Priešgaisrinės apsaugos departamento prie VRM Gaisrinių tyrimų centre. Nustatyta, kad plokščių iš nedegaus pūsto polistireno, padengto plonu 2 mm polimergipsio sluoksniu ir faktūriniu stiklo audiniu, liepsnos plitimo indeksas yra 5,2 (turi būti mažesnis kaip 20). Šiomis plokštėmis liepsna plinta lėtai, todėl jos gali būti naudojamos pastatų išorės sienoms iš vidaus apšiltinti.

6. Pastatų išorės sienų apšiltinimas iš vidaus naudojant siūlomas statybines detales yra tinkamiausias Lietuvos sąlygomis, kai gyventojai turi nedideles pajamas ir nori sumažinti pastatų šildymo išlaidas jau artimiausiais metais.

Literatūra

1. V. Stankevičius, R. Pikutis. Gyvenamųjų pastatų apšiltinimas. Vilnius: Technika, 1995. 320 p.

2. V. Stankevičius, A. Burlingis. Gyvenamųjų namų apšiltinimo problemos // Statyba, 1996, Nr. 1(5), Vilnius, Technika, p. 35–38.

3. A. Čekanavičius. Consideration of problems arising at inside additional insulation of external walls // SSTP-3d International Conference Indoor Climate of Buildings-Health and Comfort of Intelligent Technology, 1998, p. 259–264.

Įteikta 1999 10 11

INVESTIGATIONS OF BUILDING ELEMENTS WITH HIGH – THERMAL RESISTANCE FOR ADDITIONAL INSULATION FROM THE INSIDE

R. Puodžiukynas, M. Puodžiukynienė

Summary

An effective decrease of investments in additional insulation of buildings could be achieved by insulation from the inside by special building elements with high – thermal resistance. It is suggested by the authors to produce such elements from expanded polystyrene with additives decreasing combustibility. The insulating elements could be of two types:

- 1) large expanded polystyrene boards (equal to the height of rooms) and 5.5 or 8.5 cm thickness and 18 or 25 kg/m³ density from one side covered by 2 mm layer of polymer-gypsum plaster and glass fibre with textured surface;
- 2) insulating combined blocks of 25 cm width and 40–100 cm length and thickness of 7 or 10 cm, where expanded polystyrene board with thickness of 5.5 or 8.5 cm is covered by 0,75 layer of polymergypsum plaster.

The description of such combined insulating elements construction is presented in the paper as well as the research data of physical-mechanical, thermal properties and test results on combustibility. The investigation data are summarised in 2 Tables and 7 Figures. As the conclusion, the recommendations for additional insulation blocks of flats from the inside by combined insulating boards and blocks are presented. Then the thermal resistance of external expanded clay concrete walls could be increased up to 2.0–2.1 m²·K/W, applying the insulating elements with thermal resistance of 1.3–1.4 m²·K/W and thermal resistance of ceramic brick masonry – up to 3.0–3.1 m²·K/W, applying insulating elements with thermal resistance of 2.0–2.1 m²·K/W. The test results on combustibility which the elements under discussion are recognised as material with low fire spread and could be applied as the insulation inside buildings, are presented. The results of economical calculations are presented too. It is pointed out that the proposed additional insulating blocks of flats from the inside by suggested insulating elements with high – thermal resistance is significantly cheaper in comparison with the well-known external insulation.

.....
Rimvydas PUODŽIUKYNAS. Doctor, Associate Professor (technical sciences). Institute of Architecture and Construction, Tunelio 60, Kaunas LT-3035, Lithuania.

Head of the Composite and Finishing Materials Laboratory. Author and co-author of more than 140 publications and many scientific inventions.

.....
Milda PUODŽIUKYNIENĖ. Doctor (technical sciences). Institute of Architecture and Construction, Tunelio 60, Kaunas LT-3035, Lithuania.

Senior Researcher of the Composite and Finishing Materials Laboratory. Author and co-author of more than 50 publications.