

Vakuumsko izolacijski paneli - najučinkovitejša toplotna izolacija

Vakuumsko izolacijski paneli (VIP) so zaradi ekstremno majhne toplotne prevodnosti najučinkovitejša do sedaj poznana toplotna izolacija. Uporabljajo se tam, kjer ni na razpolago dovolj prostora, hkrati pa so izjemo stroge zahteve po toplotni izolativnosti.

Večini konstrukcijskih sklopov zunanega ovojja stavb se zaradi novih zahtev po varčevanju z energijo močno povečuje debelina; tako debelina tridesetih in več centimetrov v fasadi, strehi ali tleh stavbe ni nič neobičajnega. Zelo varčne stavbe zahtevajo toplotno prehodnost celo pod $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, kar ob uporabi običajnih toplotno izolacijskih materialov pogojuje najmanj 30 cm, pogosto pa kar 50 cm dodatne debeline v obodnih konstrukcijskih sklopih. Pri tem pa ne nastopajo samo tehnične omejitve, ampak tudi odklonilni estetski razlogi. V nasprotju z novogradnjami, ko lažje vnaprej predvidimo tako velike zahteve po debelini toplotnih izolacij, v primerih rekonstrukcij in adaptacij nastopajo nepremostljive ovire zaradi dodatnih velikih debelin toplotnih izolacij.

Zavedati se moramo, da so tako ekstremne debeline toplotnih izolacijskih plasti vedno na račun izkoristka tlorisa objekta, saj je v primerih omejenih zunanjih dimenzijah objekta neto izplen koristnih površin stavb veliko manjši, s tem pa je tudi fi-

nančni rezultat projekta izgradnje slabši. Po drugi strani je tudi res, da arhitekti in ostali projektanti želijo oblikovati prostor in z njim varčevati, ne pa graditi konstrukcijske sklope, ki tako dimenzijsko kot tudi prostorninsko vsebujejo pretežno toplotnoizolacijski del. Običajni toplotnoizolacijski materiali se izkažejo kot zelo potratni s prostorom.

Vakuumsko izolacijski paneli (VIP) so toplotnoizolacijski paneli, bistveno učinkovitejši (tudi do desetkrat bolj) kot do sedaj poznani in razširjeni toplotno-

izolacije, ampak celotni sistemi toplotno izolacijskih fasad, sten, parapetov, tal, teras in ravnih streh so lahko vsaj petkrat (5-krat) tanjši!

Zakaj izbrati VIP panel?

Uporaba VIP panelov v novogradnjah je trenutno redkejša, posebej v primerih dobro zasnovanih ovojev stavb, medtem ko so izredno dobrodošli v primerih rekonstrukcij in adaptacij, kjer je fizična ovira, ki se izkazuje v velikih debelinah toplotno izolacijskih slojev, velikokrat težko pre-

razredov A++ in A+++ že vsebujejo VIP panele. Tako domači proizvajalec Gorenje v času sestave tega članka vgrajuje vakuumsko izolacijske panele že v štiri modelih hladilnikov.

Sestava VIP panela

VIP panel sestoji iz posebne folije, v katero je zrakotesno in vlagotesno zaprto toplotnoizolacijsko jedro, iz katerega je skoraj v celoti izčrpan zrak. Gre za nehomogeno izolacijsko ploščo, sestavljeno iz različnih komponent.

Paneli so lahko narejeni v kakršnikoli velikosti. Posebnost pa je, da jih po končani proizvodnji na noben način ne moremo rezati ali krojiti na določeno dimenzijo. Dovoljeno ni niti sidranje, prebadanje ali mehansko pritrdjevanje, ki bi poškodovalo ali predrlo zaščitno folijo.

Poleg mehanskih poškodb lahko na dolgi rok odlično izolativnost znatno ogrozita vstop plina (zraka oz. atmosferskih plinov) ali vlage (največkrat s pomočjo difuzije). Že majhne količine vlage in posebej plinov povzročijo veliko povečanje toplotne prevodnosti.

Jedro

Toplotna izolativnost samega jedra pod atmosferskim tlakom je pomembna, saj pomeni končno izolativnost panela po zaključeni življenjski dobi, kot tudi izolativnost v primeru mehanskih poškodb ali prebojev med montažo ali v času uporabe.

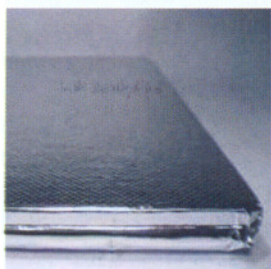
Jedro je lahko odprte celične, praškaste ali vlaknaste struktu-

Kako z debelinami toplotnih izolacij, ki so veljale v preteklosti, dosežemo zahteve za sodobne nizkoenergijske ali skoraj ničenergijske stavbe?

izolacijski materiali. Toplotna prevodnost lahko znaša samo $0,003 \text{ W}/(\text{mK})$ ali $3 \text{ mW}/(\text{mK})$ in toplotna upornost samo 20 mm debelega panela celo $6,66 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$. Tako s pomočjo napredne in inovativne tehnologije dosežemo veliko toplotno upornost pri izredno majhni debelini. Ne samo sloji toplotne

magljiva. Tako s pomočjo VIP panelov dosežemo izjemo toplotno izolativnost, ne da bi bistveno dodali k debelini zidu, sten, tal, medetažnih konstrukcij, teras in na ta način prostor izrabimo bistveno učinkovitejše.

Poleg gradbeništva se paneli že s pridom uporabljajo za izolacijo v stavbnem pohištvu (izolacija vratnih kril, polnitve v panelih), v logistiki (transportne in embalažne posode, posebni kontejnerji in hranilniki, avto hladilniki ...), za izolacijo gospodinjskih aparatov (vrata hladilnikov, druge stranice hladilnikov in zamrzovalnikov) in za potrebe izolacij raznih laboratorijskih in profesionalnih aparatov ter naprav. Najboljši modeli hladilnikov in zamrzovalnikov



Primer vzorca vakuumsko izolacijskega panela - VIP proizvedenega v Sloveniji (Turna Velenje)

re, iz katerega na čim lažji način skoraj popolnoma izčrpamo zrak in ustvarimo pogoje blizu vakuumu, oziroma se približujemo najmanj tisočinki atmosferskega zračnega tlaka, torej enemu milibaru (1 mbar ali 100 Pa) ali celo stotinki manj (torej samo 1 Pa, oz. 1/100.000 zračnega tlaka). Jedro mora biti dovolj kompaktno, da prenese tako velike tlačne napetosti, saj že sam zračni tlak, brez dodatne obremenitve panela, predstavlja tlak enega bara oz. 100 kPa ali laično kar 10 ton/m² stalnega pritiska.

Najpogosteje se uporabljajo jedra iz steklenih vlaken brez veziv, procesirana s posebnim postopkom, z vrednostjo toplotne prevodnosti okrog 32 mW/(mK) ali pa v gradbeništvu pogosteje, jedra na osnovi mikroporoznih praškastih struktur silike (SiO₂ ali amorfen pirogen silicijev oksid - kremen) z namembnostjo zagotavljanja daljših življenjskih dob, tudi do petdeset let in več. Žal so slednja jedra tudi občutno dražja in hkrati na običajnem zračnem tlaku veliko bolj izolativna (toplotna prevodnost kljub prisotnosti zraka v izolaciji, zahvaljujoč nanostrukturi, znaša samo 22 mW/(mK)). Temperatura odpornost jedra je preko 900 °C, medtem ko smemo celoten VIP panel izpostaviti temperaturi do 80 °C.

Zaščitna ovojna folija

Folija v obliki metaliziranih barier mora zagotavljati izredno zrakotesnost za vse atmosferske pline, žal pa so najbolj toplotno prevodni plini tudi najbolj prodorni. Folija mora hkrati omogočiti totalno parno zaporo proti prehodu difuzijske vlage. Podobne, vendar v tem pogledu manj kakovostne folije, se s pridom uporabljajo v prehranski industriji, npr. za zaščito in zdrževanje arome pakirane mlete kave in podobno. Od kakovosti folije, vključno z njenim zvarom, je najbolj odvisna odpornost na staranje vakuumsko izolacijskih panelov. Sestava folij je večpla-

Vakuumsko izolacijski paneli (VIP)

Prednosti, priporočena uporaba in izkušnje dobre prakse:

- izredna izolativnost, kar pripomore k največjemu možnemu izkoristku prostora: izkoristek debeline ovoja in posledično prostornine je večji (poleg stavbarstva izrazito tudi v primeru raznih aparatov, bele tehnike, naprav, transportnih posod ...),
 - tudi do desetkrat boljši toplotni izolator kot do sedaj razširjeni materiali (λ tudi samo 3 mW/(mK)),
 - celotni sistemi konstrukcijskih sklopov so lahko za isti učinek toplotne izolativnosti tudi do petkrat tanjši,
 - nenadomestljivi so tam, kjer so težave s prostorom (stene, terase, balkoni, podhodi, pod sistemi talnega ogrevanja, notranja toplotna izolacija ...),
 - povečano udobje: pri vstopu na teraso ni dodatnih stopnic, balkoni so lahko širši, v primerih notranjih izolacij ne izgubimo veliko prostora, pri izolaciji stropa ne izgublamo v svetli višini,
 - zaradi tanjšega izolacijskega sistema izboljšamo obliko: predvsem v primerih adaptacij in naknadnih vgradenj fasade se pogosto dogaja, da se okenske in vratne odprtine neestetsko »pogreznejo« v fasado.
- Slabosti, napotki za uporabo z zadržki in najpogostejša napačna uporaba:**
- visoka cena,
 - možne poškodbe v času skladiščenja, transporta in montaže,
 - VIP panelov ne smemo rezati, krojiti, sidrati ali kako drugače mehansko poškodovati,
 - ovire glede dimenzij: vnaprej moramo pripraviti načrt montaže,
 - izogibati se moramo izbiri majhnih formatov VIP panelov kot tudi ozkih elementov, saj je v teh primerih vpliv bočnega prenosa toplote po robovih panelov in po režah med paneli večji,
 - možne so kasnejše poškodbe,

stna, vsaj en sloj pa je kovinski (metalizirani filmi iz aluminijeve, jeklene nerjaveče ali druge metalne folije, polietilena (PT, PET, HDPE), polipropilena (PP), najlona ...) z vmesnimi veznimi lepilnimi sloji. V zadnjem času je zaznati izredno strm razvoj na področju kakovosti samih folij in postopkov varjenja spojev.

Absorbenti plinov in vlage

Da bi zmanjšali vliv vlage in plinov, ki vstopajo v panel, lahko panelom že v fazi proizvodnje dodamo posebne absorbente, ki absorbirajo pline, vlogo ali oboje hkrati. Možno je absorbente tudi integrirati v samo jedro VIP panela, kar velja za jedra iz silike, ki je zaradi lastne higroskopičnosti odličen absorbent vlage. Uporaba absorbentov je posebej priporočljiva v primerih daljših pričakovanih življenjskih dob VIP panelov.

Osnovni napotki za uporabo vakuumsko izolacije

Položiti jih smemo na podlago, ki ne vsebuje ostrih delcev. Prav tako ostrih delcev ne smejo

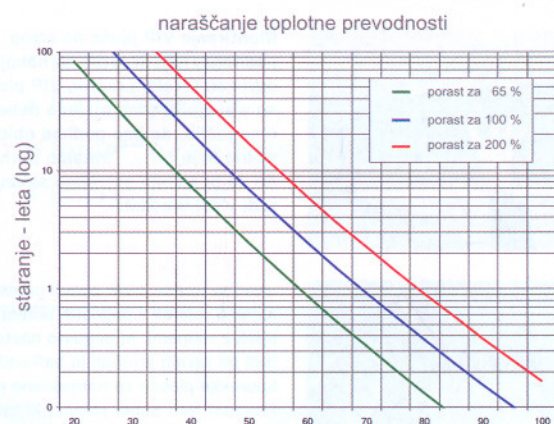
vsebovati sloji, ki sledijo panelom. Večji kot bodo paneli, boljša bo začetna toplotna izolativnost in boljša bo odpornost na staranje - torej z drugimi besedami: pri dimenzijsko večjih VIP ploščah je delež robov in zvarov folije relativno manjši v primerjavi s površino panela, zaradi česar je tudi ohranjanje vakuumu in s tem tudi toplotno izolacijskih lastnosti veliko boljše. Pazljivi moramo biti pri transportu, skladiščenju in manipulaciji z VIP paneli. Prav

tako moramo v času montaže in same uporabe na vsak način preprečiti mehanske poškodbe. Praksa pa kaže, da se poškodbe pojavljajo večinoma pred in med samo vgradnjo panelov. V primeru uporabe VIP panelov na notranji (topli) strani ali v lahkih konstrukcijskih sklopih moramo čim bolj zaustaviti prehod plinov in vlage med stiki plošč, med stiki na robovih z drugimi elementi in ob toplotnih mostovih.

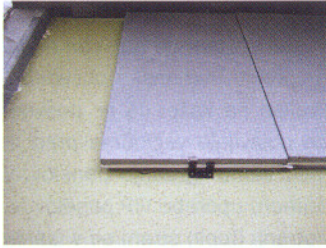
Testiranja pospešenega staranja VIP panelov

Namen pospešenega staranja je pridobiti podatke o tistih materialih, ki bi jih uporabljali zato, da bi dosegli pričakovano življenjsko dobo izdelka ali sistema. V primerjavi z izpostavitvijo normalnim pogojem uporabe je v primeru pospešenega staranja čas testiranja znatno krajši. Metoda je posebej primerna za določevanje življenjskih dob produktov v primerih, ko so podatki o pričakovanih življenjskih dobah nedostopni ali se jih ne splača pridobiti s pomočjo testiranja. Razlog je preprost; čas nam ne dopušča, da bi merili celotno življenjsko dobo.

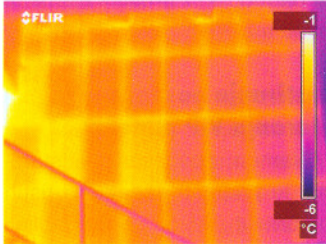
Ker imamo pri določevanju življenjske dobe opravka s prihodnostjo, ne moremo poznati te dobe natančno. Poslužujemo se raznih ocen. Najpomembnejši obremenitvi na VIP panel, če



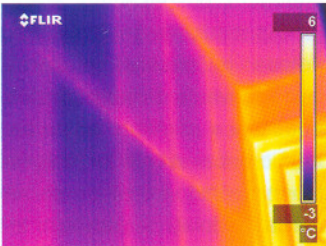
Pospešeno staranje vakuumsko izolacijskih panelov (VIP), pričakovana življenjska doba, čas izpostavljenosti v odvisnosti od temperature, ko izolacijski panel doseže - glede na začetno - 65 odstotkov, 100 odstotkov in 200 odstotkov višjo vrednost toplotne prevodnosti



Pritrjevanje VIP plošč na fasado v primeru toplotno izolacijske sanacije ovoja stavbe. VIP paneli so obojestransko zaščiteni s Fragmat Neo Super izolacijskimi ploščami. Prikazane kompozitne plošče so bile uporabljene na predelih fasade, ki ne dovoljujejo montaže velikih debelin: ob vhodnih stopnicah in na balkonih, sicer bi v nasprotnih primerih morali razširiti vhodna stopnišča in balkone. Ploščam sledi nanos osnovne malte z armaturno mrežico in izbranim zaključnim slojem.



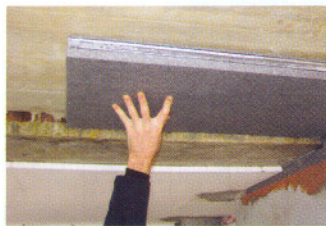
VIP paneli na fasadi, kjer je na infrardečem posnetku razločno razvidna poškodba ene vakuumske plošče (svetlejša površina pomeni toplejše mesto). Toplotna izolativnost je še vedno dobra, zahvaljujoč izredni izolativnosti jedra iz silike s toplotno prevodnostjo 22 mW/(mK). Zaradi izjemne toplotne izolativnosti vakuumskih plošč so stiki kot toplotno oslabiljena mesta vedno jasno razločni. Poševna črta v levem spodnjem kotu slike predstavlja hladni kovinski profil stopniščne ograje.



Očitna razlika v površinski temperaturi je nazorno prikazana na posnetku, narejenem z infrardečo kamero. Površina fasade je hladna, medtem ko ima področje ob vhodnih vratih ob času posnetka še pomanjkljivo rešen detajl in s tem bistveno višjo površinsko temperaturo.



Detajl ob vhodnih vratih iz prejšnje slike v naravi ob času vgradnje. V skladu s posnetki infrardeče kamere je potrebno posvetiti pozornost tudi toplotno pomanjkljivi rešitvi detajlov ob in na vhodnih vratih.



Montiranje VIP plošč na strop podhoda, nad katerim se nahaja ogrevan bivalni prostor. VIP plošče so s svojo izredno majhno debelino omogočile, da ima podhod običajno višino in je tako normalno prehodni, ne da bi se bilo potrebno sklanjati tudi visokoraslim.



Izvedba terase z VIP paneli predstavlja idealno rešitev v pogostih primerih stisk z višinami, ki pogosto nastopajo tudi pri ravnih strehah in balkonih. Vakuumske plošče so nameščene med Fragmat Neo Super plošče, ki tako tvorijo tudi zaščito pred mehanskimi poškodbami med samo vgradnjo in v uporabi objekta.



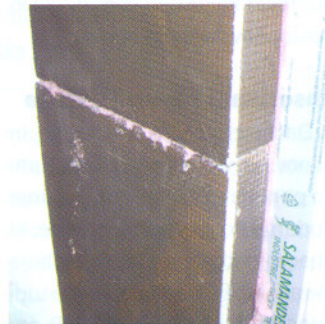
Pri izvedbi teras, balkonov in ravnih streh si vgradnjo poenostavimo tudi z uporabo samolepilnih bitumenskih trakov Fragmat Izoself.



Izrazita kondenzacija vlage na neizoliranem kovinskem profilu steklenika se pojavlja že med samo gradnjo, takoj ob zaprtju objekta, torej še pred vselitvijo in pričetkom ogrevanja.



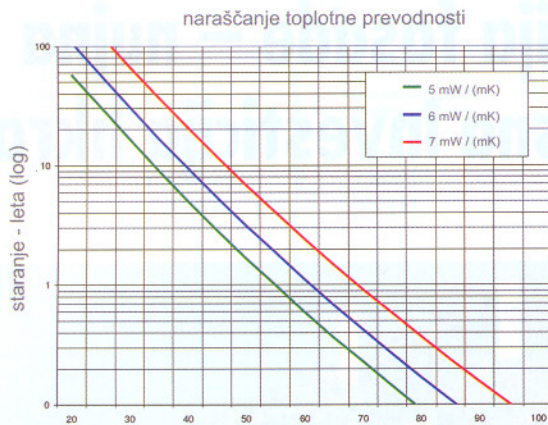
Intenzivna kondenzacija na kovinskem profilu. V bližini je prislonek poseben vakuumsko izolacijski profil, oblikovan v obliki črke U, namenjen toplotni zaščiti kovinskega profila in hkrati oslavitvi izrazitega toplotnega mostu.



Izvedba toplotne zaščite kovinskega profila z vakuumsko izolacijo in Fragmat Fragmacel Keramik ploščami pred zaključnim kitanjem in opleskom.



Izvedba zaščite toplotnega mostu kovinskega profila z vakuumsko izolacijo. Veliko pozornosti je potrebno posvečati zrakotesnosti in parotesnosti med stiki in robovi vakuumske izolacije. Toplotno izolacijo zaščitimo s ploščami Fragmat Fragmacel Keramik.



Pospešeno staranje vakuumsko izolacijskih panelov (VIP), pričakovana življenjska doba, čas izpostavljenosti v odvisnosti od temperature, ko izolacijski panel doseže vrednost toplotne prevodnosti 5, 6 in 7 mW/(mK)

seveda izvajamo mehanske poškodbe, sta povišana temperatura in vlaga. Ti dve obremenitvi, posamično ali hkrati, povzročata in ob višji intenzivnosti povečujeta prehod plinov in vlage v sam VIP panel. Ob tem procesu se povečuje toplotna prevodnost, ki limitira k vrednosti, ki jo ima samo jedro. Zato opravljamo stalne meritve in analize pospešenega staranja, tako na različnih temperaturah (od 60 °C do 100 °C) in različnih časih (več mesecev) kot tudi z različnimi jedri, absorbenti

in zaščitnimi folijami. Na podlagi rezultatov meritev in računskih analiz lahko sklepamo, da so VIP paneli primerni ne samo za krajše življenjske dobe, ki se zahtevajo za gospodinjske aparate, temveč tudi za potrebe v gradbeništvu, kjer zahtevamo življenjske dobe petdeset let in več.

Upravičeno lahko smatramo, da VIP paneli služijo kot trajen in kakovosten izdelek tudi v pogledu trajnosti ohranjanja izredne toplotne izolativnosti, kar potrjujemo tudi z laboratorijskimi


meritvami in računskimi analizami ob upoštevanju Arrheniusovega zakona. Predvidevamo, da se toplotna izolativnost VIP panela ob uporabi pri temperaturah, ki nastopajo v konstrukcijskih sklopih stavb (efektivna toplotna obremenitev do ~35 °C) podvoji, torej toplotna izolativnost pade na polovico, v času 36 let.

Meritve inštituta ZAE na Bavarskem so pokazale toplotno prevodnost za spoznanje nižjo od 3 mW/(m K), oz. boljše kot 0,003 W/(mK) za VIP panele z jedri iz steklenih vlaken in okrog 4,5 mW/(mK) za jedra iz silike. Efektivna ali dejanska toplotna prevodnost VIP panela je večja, kot pa jo prikazuje idealna meritev v sredini, saj nastopajo vplivi bočnega prenosa toplote po foliji na robovih in po režah med paneli.

Smatramo, da VIP panele lahko uporabljamo za potrebe izolacijskih barier tako v industriji (v beli tehniki, laboratorijskih napravah, medicinski opremi in drugih napravah za razne proizvodne ter meritvene procese), transportu in trgovini (tovornjaki hladilniki, hladilni kontejnerji, hladilne posode,

prehrambni avtomati in hladilniki, avtomati ...) kot tudi gradbeništvu (stene, terase, balkoni, podhodi, pod sistemi talnega ogrevanja, za nizkoenergijske ali skoraj nič-energijske stavbe, posebni paneli, bivalni kontejnerji in splošno tam, kjer je prostor dragocen).

Odločitev za uporabo VIP panelov je zaradi njihove višje cene zagotovo upravičena tam, kjer primanjkuje prostora za namestitev toplotne izolacije, ki bi nudila ob čim manjši debelini čim nižjo toplotno prehodnost celotne sestave konstrukcijskega sklopa. Hkrati pa tudi ob istem zunanjem gabaritu povečamo stanovanjsko neto površino objektov.

VIP paneli so veliko dražji od običajnih, splošno razširjenih in poznanih toplotnih izolacij, zato jih tudi ne bodo nadomestili na tržišču, temveč jih bodo komplementarno dopolnili, tam, kjer uporaba običajnih izolacij ni mogoča ali je težko izvedljiva (terase, balkoni, fasade, notranja toplotna izolacija ...). 

IZOLACIJA zorman

1240 KAMNIK, GORNJI LOG 2
tel.: 01/831 16 24
faks: 01/831 50 31

E-mail: izolacija.zorman@siol.net, <http://www.isolacija-zorman.si>

PROJEKTIRAMO • SVETUJEMO • IZVAJAMO • JAMČIMO



PODJETJE ZA IZVAJANJE, INŽENIRING IN PROIZVODNJO

- ravne strehe
- hidroizolacije
- toplotne izolacije
- krovna dela
- kleparska dela
- termoval – za sanacijo salonitnih in pločevinastih streh

