

CZU 691.536.21

Miron L., Miron C., Croitoru Gh.*

Efecte ale testelor de îmbătrânire accelerată asupra Sistemelor de Izolare Termică Exterioară (ETICS) testate pe modele la scară naturală

Abstract

This paper deals with the tests performed in the IH Hygrothermal / Climatic Research and Testing Laboratory (<http://www.incerc2004.ro/Proiecte/CEEX- M4 111 Iasi.htm>) meant to determine the durability of composite systems for exterior thermal insulation of type ETICS for buildings, as well as their behavior under the action of increasingly severe climatic conditions, caused the climatic changes taking place at a global level.

We discuss the normative deficiencies caused by the absence of the proper European normative provisions adapted to the new conditions of regional or local climatic manifestations, as well as the irreversible degradation effects of composite systems for exterior thermal insulation of type ETICS for buildings, with significant repercussions on the efficiency of thermal insulation solutions and implicitly on the energy consumption.

The experimental model has been achieved by using a classic structure of ETICS.

The analysis of the variable regime behavior of the double layer structure and reveals the following:

The heat – humidity – frost cycles did not have any significant impact on the thermal insulation parameters of the materials and components of the ETICS external thermal insulation system

After finalizing the UV radiation – rain – darkness cycles, we performed tests for determining the resistance to compression comparatively on samples exposed to UV radiation, and samples not exposed to UV radiation. These tests have resulted in a loss of resistance in the samples exposed to radiation of cca 16,33%. When comparing the state of the surfaces of the two samples – exposed and not exposed to UV – we noticed in the superficial layers of the thermo-insulating material under the exterior rendering layer that, due to the action of the UV radiation, a part of the polystyrene grains have disappeared and left large holes in the superficial structure of the material.

This stage of experimental research confirms the fact that these ETICS thermal insulation systems are structurally affected by exterior climatic stress factors (the combined action of temperature, humidity, solar radiation, freeze, thaw), causing an irreversible

* Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții, Urbanism și Dezvoltare Teritorială Durabilă „URBAN-INCERC”, Sucursala Iași, Laboratorul de cercetări hidrotermice – climatice pentru materiale, elemente, subansamble de construcții și echipamente, România.

degradation of their material characteristics.

Rezumat

Lucrarea tratează cercetările efectuate în Laboratorul de Cercetare și Încercări Higrotermice – Climatice IH (http://www.incerc2004.ro/Proiecte/CEEX- M4_111_Iasi.htm) destinate determinării durabilității sistemelor compozite de izolare termică exterioară tip ETICS pentru clădiri și comportării la acțiunile climatice din ce în ce mai severe, cauzate de schimbările climatice la nivel global.

Sunt prezentate atât deficiențele de ordin normativ cauzate de lipsa unor prevederi normative europene adaptate noilor condiții de manifestare climatică regională sau locală cât și efectele ireversibile de degradare a sistemelor compozite de izolare termică exterioară tip ETICS pentru clădiri, cu consecințe importante asupra eficienței soluțiilor de izolare termică și implicit asupra consumului de energie.

Modelul experimental a fost construit utilizând o structură clasică de tip ETICS.

Analiza răspunsului structurii bistrat a sistemului ETICS supus regimului termic variabil relevă următoarele:

Ciclurile de căldură umedă – îngheț nu au influență semnificativă asupra parametrilor de izolare termică a materialelor compozite a sistemelor de izolare termică exterioară de tip ETICS.

După finalizarea ciclurilor de radiație UV- ploaie – obscuritate, s-au refăcut testele pentru determinarea rezistenței la compresiune pentru probele expuse și probele neexpuse la radiații UV. Rezultatele testelor au arătat o scădere a rezistenței la compresiune a probelor expuse față de cele neexpuse la UV cu cca 16,33 %. La compararea stărilor suprafețelor celor două epruvete – expuse sau neexpuse la UV - în straturile superficiale ale materialului termoizolant de sub stratul de finisaj exterior s-a observat că datorită acțiunii radiațiilor UV o parte din granule de polistiren au dispărut, rămânând goluri mari în structura superficială a materialului. Aceasta poate explica pierderea de rezistență la compresiune a sistemului după expunerea la cicluri de radiație UV – ploaie – obscuritate.

Această fază de cercetare experimentală confirmă faptul că aceste sisteme de izolare termică de tip ETICS sunt afectate structural sub acțiunea factorilor de stres climatic exterior (acțiune combinată temperatură umiditate - radiație solară - îngheț dezgheț) producându-se o degradare ireversibilă a caracteristicilor de material ale acestora.

Резюме

Статья посвящена исследованиям, проведенным в лаборатории Гидротермальных и Климатических Исследований и Испытаний ИИ (http://www.incerc2004.ro/Proiecte/CEEX- M4_111_Iasi.htm), по определению устойчивости внешней тепловой изоляции сложных систем, типа ETICS, для зданий и их поведение при воздействии сложных климатических факторов при глобальном изменении климата.

Представлены нормативные недостатки из-за отсутствия некоторых европейских правовых положений, адаптированных к новым условиям по климатическим региональным и местным проявлениям, так и необратимые эффекты по деградации композитных систем внешней тепловой изоляции сложных систем типа ETICS для зданий, с важными последствиями для эффективности решений по тепловой изоляции

и, следовательно, на потребление энергии.

Экспериментальная модель была построена с использованием классической структуры типа ETICS.

Анализ результатов двухслойной структуры системы ETICS подверженной перемену тепловому режиму показывает следующее:

Переменные циклы влажное тепло-замерзание не оказывают значительного влияния на параметры тепловой изоляции композитных материалов систем тепловой внешней изоляции типа ETICS.

После завершения циклов радиации UV-дождь-тьма были повторены испытания для определения на сжатие для проб подверженных и неподверженных UV излучению. Результаты испытаний показали снижение прочности при сжатии образцов подверженных UV излучению в сравнении с неподверженными образцами примерно на 16,33 %. При сравнении состояний поверхностей двух образцов, подверженных и неподверженных UV излучению, в поверхностных слоях изоляционного материала под поверхностью покрытия было обнаружено что из-за UV излучения части гранул полистирола исчезли, оставив большие пустоты в структуре поверхности материала. Это может объяснить потерю прочности при сжатии системы после воздействия циклов UV излучения-дождь-тьма.

Этот этап экспериментальных исследований подтверждает, что данные системы тепловой изоляции, типа ETICS, структурно подвержены разложению под действием внешних климатических факторов (температура влажность комбинированных действий - солнечная радиация - замораживания-оттаивания) и является причиной необратимой деградации характеристик материала.

Introducere

În contextul actual, când prețurile petrolului devin cu totul imprevizibile, iar cererea de energie continuă să crească, respectiv rezervele de combustibili fosili scad, securitatea aprovizionării cu energie devine o politică deosebit de importantă, la nivel mondial. Inițial s-a adoptat, ca alternativă, extinderea utilizării energiei nucleare, favorizată de costul scăzut al uraniului, dar care s-a demonstrat, că atrage după sine probleme deosebite de siguranță și securitate.

Care sunt atunci soluțiile - resurselor regenerabile – care, dacă sunt utilizate corespunzător ar putea conduce la acoperirea până la 86 % din nevoile noastre.

În cazul în care nu vom reduce consumurile de energie, devenind mai eficienți energetic, nu vom putea menține prosperitatea în regiunile

bogate și nici tendințele de creștere, atât de necesare, în țările în curs de dezvoltare. Energia regenerabilă este o necesitate, dar nu este suficientă. Omenirea trebuie să reducă consumul propriu de energie, contribuind astfel la reducerea emisiilor de noxe și implicit la o dezvoltare durabilă.

Tendențele de creștere a populației vor conduce inevitabil la creșterea numărului clădirilor. Clădirile sunt responsabile pentru aproximativ 40 % din consumul de energie în Europa și SUA.

În prezent structura generală a consumului energetic mondial se prezintă astfel:

- peste 70 % din total este utilizat pentru încălzirea și răcirea clădirilor;
- 7 % este destinat iluminatului;
- 12 % este destinat consumului electrocasnic;
- 11 % este destinat producerii apei calde.

Adoptarea noii directive a Parlamentului European privind performanța energetică a clădirilor în mai 2010 impune cerințe noi privind reducerea consumului de energie și intensificarea utilizării energiei din surse regenerabile, implicând standarde de calitate deosebite pentru **clădirile noi, care trebuie să aibă un consum net de energie cel mult egal cu zero**, până la **31 decembrie 2018**.

Adoptarea principiului „clădirilor cu energie zero” trebuie însă privit în corelare cu cerințele legate de igiena, sănătatea și confortul interior al ocupanților. Hiperizolarea clădirii și controlul total al aperturilor de aer proaspăt poate conduce la transformarea acestora în clădiri nelocuibile, datorită super controlului parametrilor aerului interior, care recirculat poate favoriza transportarea microorganismelor și îmbolnăvirea ocupanților. Suntem în fața unei dileme care ar trebui să fie rezolvată mai degrabă prin introducerea obligativității asigurării consumului propriu de energie al locuinței din surse regenerabile, curate și nu neapărat de a duce locuința către consumuri „zero de energie”. Acestea se pot asigura, ideal privind, numai prin hiper izolarea clădirii și transformarea acesteia într-un sistem închis, cu parametri funcționali controlați și reglați automat, care cu siguranță nu va putea asigura cerința de igienă și sănătate a ocupanților.

În acest moment, România deține cel mai mare număr de locuințe în blocuri prefabricate dintre toate țările Europei Centrale, iar la circa 58 % din blocurile existente (1,4 milioane de apartamente din totalul de 2,4 milioane apartamente), construite înainte de anul 1985, sunt necesare investiții urgente de reabilitare și modernizare termotehnică. Acestea trebuie să fie reabilitate termic, pentru aducerea lor la nivelul performanțelor din punct de vedere al gradului de siguranță, confort, economie de energie și protecția mediului, impuse de normativele în vigoare coroborate cu necesitățile de economie de energie.

Ca urmare s-a extins utilizarea pe scară largă a Sistemelor compozite de izolare termică exterioară (ETICS) ce au element izolator cu precădere polistirenul (expandat și extrudat). Ele se aplică de circa doi, trei ani și încă nu se fac simțite urmările acțiunilor combinate ale factorilor de stres climatic specifici climatului României de tip excesiv continental, cu variații excesive iarna și vara (-18 ... -25 °C iarna, respectiv + 30 ...35 °C vara).

URBAN INCERC sucursala Iași dispune de infrastructura modernizată a Laboratorului de cercetare și încercări experimentale specializat în fenomene de transfer termic, de masă și încercări climatice capabil să asigure investigarea experimentală, la scară naturală, a răspunsului sistemelor compozite de izolare termo - energetică a clădirilor sub acțiunea combinată a factorilor climatici externi (temperatură exterioară, umiditate, ploaie, vânt, radiație solară) caracterizați de game de valori normale sau excesive corespunzătoare schimbărilor climatice actuale, care duc inevitabil la îmbătrânirea materialului și la pierderea performanțelor inițiale [1]

Directiva CEE 89/106 – Produse pentru construcții, stabilește regulile unice, care trebuie respectate de statele membre UE pentru a se asigura conformarea construcțiilor după cerințele de calitate unice, armonizate în contextul globalizării conceptului de calitate. Cap. 4 și 6 ale aceleiași directive prevăd exigențele pentru asigurarea condițiilor de confort în paralel cu prevederile privind protejarea sănătății oamenilor, a mediului înconjurător prin utilizarea eficientă a energiei.

Pentru satisfacerea prevederilor acestor directive se impune

utilizarea unor sisteme compozite performante de izolare termică a căror comportare în timp și durabilitate încă nu este cunoscută în totalitate.

1 Prevederi normative privind evaluarea conformității sistemelor ETICS

Cerințele de calitate pentru ETICS sunt reglementate de:

Standardul european armonizat în România SR EN 13499 : 2004 - Produse termoizolante pentru clădiri. Sisteme compozite de izolare termică la exterior (ETICS) pe bază de polistiren expandat. Specificație;

Ghidul European ETAG 004 - Sistemele de izolare termică exterioare ETICS, finisate, utilizate pentru izolarea pereților exteriori a clădirilor, aflat sub Directiva Europeană 89/106 - Directiva produselor pentru construcții, încă neadoptat în România.

Ghidul de agrement tehnic european ETAG 0004 se referă la Sistemele de izolare termică exterioare ETICS, finisate, utilizate pentru izolarea pereților exteriori ai clădirilor. Ghidul ETAG 004 impune modul de conformare a sistemelor de izolare termică exterioară în acord cu cerințele esențiale calitative, valabile pentru toate produsele care se utilizează în construcții, obligatoriu a fi menținute pe întreaga durată de utilizare a acestora și anume:

1. Rezistență mecanică și stabilitate;
2. Securitate la incendiu;
3. Igienă, sănătate și mediu înconjurător,
4. Siguranța în exploatare;
5. Protecție împotriva zgomotului;
6. Economie de energie și izolare termică.

Ghidul reglementează modul de conformare a materialelor compozite și a sistemelor de izolare în ansamblu la aceste cerințe esențiale.

Menținerea parametrilor de calitate inițiali și estimarea eficienței utilizării unor astfel de sisteme de izolare este strâns legată de cunoașterea duratei de viață a acestora. Cunoașterea duratei de viață a unui produs exploatat în condiții normale de utilizare conform destinației specifice reprezintă un deziderat atât pentru producători cât și pentru utilizatori. Producătorul este interesat să coreleze tehnologia de fabricație cu costul final al produsului, în condiții de eficiență tehnico-economică.

Durata de viață este influențată de factori specifici, individualizați în ceea ce privește caracteristicile și anume:

- factorii de mediu care acționează asupra produsului în perioada de depozitare la producător – de regulă urmărită a fi cât mai scurtă, produsul păstrându-se în condiții controlate, și în ambalajul de transport indicat;

- perioada de transport – până la utilizator;

- perioada de utilizare propriu-zisă – care include și etapele de punere în operă.

Conform ghidului ETAG 004 [4] estimarea durabilității sistemelor ETICS, așa cum este prezentat în capitolul 4, se referă doar la analiza comportării acestora din punct de vedere a factorilor de stres higrotermic - variații de temperatură provocate de cicluri căldură - ploaie sau îngheț - dezgheț. Sunt ignorate influența stresului climatic provocat de radiația solară, care are efecte distructive, pe de o parte asupra componentelor chimice ale materialelor utilizate, conducând adesea la modificări ireversibile, și pe de altă parte datorate dilatărilor suprafeței incidente, ca urmare a creșterii locale a temperaturii superficiale.

Ca urmare, s-a stabilit un program de încercări de îmbătrânire accelerată pentru ETICS, care are ca obiectiv determinarea și verificarea asigurării duratei de viață proiectate/preliminate (durată de viață prezumată de 20-30 ani) prin încercări specifice și anume teste de îmbătrânire termică provocate de acțiunea radiației solare, ploaie, variații de temperatură, umiditate.

Factorii de mediu influențează durata de viață a unui produs, acțiunea fiecăruia în parte și împreună determinând „îmbătrânirea” mai rapidă sau lentă a acestuia și în final degradarea sa, ca efect combinat al acțiunii radiațiilor solare, a gazelor prezente în atmosferă, a schimbărilor, uneori violente a temperaturii și umidității, a acțiunii prafului/nisipului, a factorilor biologici, a căror acțiune o suferă produsul în timpul exploatarei. Efectele calorice ale radiației solare diferă de cele produse doar de aerul cald, deoarece cantitatea de căldură absorbită sau reflectată depinde de asperitățile și culoarea suprafeței de incidență a radiației; suplimentar, la unele materiale din componența produselor, variațiile intensității radiației solare pot determina variații ale dilatării sau contractării diferite ale componentelor, ceea ce conduce la tensiuni mecanice severe sau chiar la pierderea integrității structurale a unui produs; se pot produce rigidizarea, pierderea elasticității, alterarea culori, modificări structurale ale

materialelor.

Dintre testele climatice accelerate obligatorii într-un program de îmbătrânire, condiționarea la acțiunea radiațiilor solare artificiale se remarcă prin datele furnizate privind modificările induse în produsele expuse la soare în timpul funcționării sau pe durata transportului/depozitării în aer liber, datorate efectului actinic (fotodegradarea) și/sau efectelor calorice. Efectul celor două fenomene de îmbătrânire se urmărește la produsul testat din punct de vedere a detectării și dimensionării modificărilor induse (structurale la materialele din componență, de culoare și aspect), a diminuării valorilor caracteristicilor fizico-chimice și mecanice definitorii.

Testele de îmbătrânire accelerată utilizează trei agenți de influență asupra produselor:

- expunerea la lumină;
- expunerea la temperatură;
- expunerea la apă.

2 Metodologia experimentală

2.1 Prezentarea modelului experimental

Modelul experimental s-a realizat prin utilizarea unei structuri realizată din:

- zidărie de BCA tip GBN 35 cu grosime de 25 cm;
- polistiren cu densitate de 20 kg/m^3 cu grosime de 10 cm;
- adeziv pentru polistiren tip CERESIT;
- plasă din fibră de sticlă.

Rezistența la transfer termic specifică unidirecțională a sistemului calculată conform C107/3-2005 [5] și este:

Stratul de material	Grosime	Cond. termică de calcul	Rezist. termică	Rezistență unidirecțională în câmp curent
	(d)	(λ)	(R_k)	
	(m)	(W/mK)	(m ² K/W)	(m ² K/W)
Tencuială exterioară și plasă de armare	0,015	0,870	0,017	3,403
Polistiren expandat	0,10	0,044	2,273	
Adeziv	0,005	0,87	0,006	
Zidărie BCA	0,25	0,27	0,926	
Tencuială interioară	0,010	0,700	0,014	

S-a efectuat un calcul teoretic pentru verificarea comportării structurii studiate la transferul de vapori și determinarea riscului de condens în structură conform prevederilor normativelor românești (C107/6-2002), care impun două verificări ale elementelor de anvelopă, și anume:

- verificarea riscului de acumulare progresivă a umidității din condens;

- verificarea gradului de umezire din condens în perioada rece a anului și a gradului de uscare în perioada caldă a anului.

Valorile caracteristice structurii studiate pentru transferul de umiditate sunt calculate în următoarele ipoteze de calcul:

- temperatura aerului interior – $T_i = 20$ °C, umiditate relativă a aerului interior $\varphi_i = 60\%$

- temperatura exterioară medie - $T_{em} = 7,5$ °C care reprezintă temperatura exterioară medie anuală, conform C107/6 [6], aleasă funcție de zona climatică în care este amplasat elementul (s-a considerat zona climatică a României III) și umiditate relativă a aerului exterior $\varphi_e = 80\%$.

Conform calculelor efectuate în cazul structurii studiate **zona de**

condens se află în stratul de finisaj exterior în prima jumătate a stratului termoizolant.

Conținutul de apă acumulată în structură pe durata sezonului rece (mw) este mai mic decât cantitatea evaporată pe durata sezonului de vară (mv):

mw	0.558 kg/m ²
mv	0.901 kg/m ²

ceea ce arată ca sistemul de izolație compozit studiat nu conduce la fenomene de acumulare a umidității în structură.

Etapă de teste experimentale a realizat încercări accelerate pentru ETICS, având ca obiectiv principal determinarea și verificarea asigurării duratei de viață proiectate / preliminate prin încercări specifice și *anume teste de îmbătrânire termică provocate de acțiunea radiației solare, ploaie, variații de temperatură și umiditate..*

Din considerente de eficiență a cercetării experimentale higrotermice și din dorința de a se obține maximum de informații, s-au realizat două modele experimentale cu dimensiuni în plan de 1,2 × 1,2 m care au fost testate în paralel și anume:

- primul model a fost supus ciclurilor climatice temperatură-umiditate;
- al doilea model a fost supus ciclurilor de îmbătrânire artificială prin expunere la cicluri de radiații UV urmate de ploaie.

Fiecărei zone supuse măsurătorilor i s-a alocat minim 1 m², aflat în centrul geometric al fiecărui element supus verificărilor experimentale.

Pentru achiziția datelor experimentale s-au folosit pentru măsurarea temperaturilor traductorii de măsură de tip termocupluri Cu-Co, organizate pe grupe de câte 20, conectate la o unitate automată de achiziție de date experimentale. Traductorii au fost amplasați pe suprafața exterioară a elementului testat experimental, în stratul de adeziv sub stratul termoizolator și pe suprafața interioară a elementului, în centrul său geometric.

Pentru măsurarea umidității s-a montat în stratul de adeziv, sub stratul termoizolator, un traductor de umiditate, tip rezistiv, care a fost monitorizat pe durata ciclurilor de încercări experimentale temperatura-umiditate.

Monitorizarea răspunsului sistemului compozit testat la acțiuni combinate ciclice – radiație UV – ploaie s-a realizat prin utilizarea unui microcomparator cu rezoluție de $\pm 0,01\mu\text{m}$ și un termometru în infraroșu cu achiziție automată de date.

2.2 Rezultatele determinărilor experimentale

Secvența de încercare pentru evaluarea efectelor de lungă durată la acțiunea stresului climatic natural asupra sistemelor compozite de izolare termică exterioară ETICS prin testele experimentale de îmbătrânire artificială în laborator este:

1. 25 cicluri climatice combinate căldură umedă – îngheț, care să asigure ambele cerințe impuse de solicitările climatice specificate de ghidul ETAG 004 respectiv cicluri căldură – ploaie și îngheț – dezgheț (fig. 1).

2. 20 cicluri climatice de expunere la radiații UV, neimpus de standardele actuale de verificarea și estimare a durabilității sistemelor de tip ETICS.



Fig. 1 - Model experimental expus la cicluri căldură umedă – îngheț

Testele climatice de expunere la căldură umedă-îngheț au presupus derularea a 25 secvențe climatice combinate căldură umedă-îngheț, cu durata totală de 24 de ore, conform cu următoarele caracteristici:

- palier de 9,5 ore la temperatura pozitivă +52 – 55 °C și umiditate maximă de 90 %;
- 2,5 ore tranziție la temperatură de îngheț;
- palier de 9,5 ore la temperatură negativă de –18 - 20 °C;
- 2,5 ore tranziție la temperatura pozitivă.

Modelul este amplasat în camera climatică, solicitarea climatică exterioară fiind comandată și monitorizată automat, iar traductorii de măsură sunt conectați la unitățile automate de achiziție și stocare date.

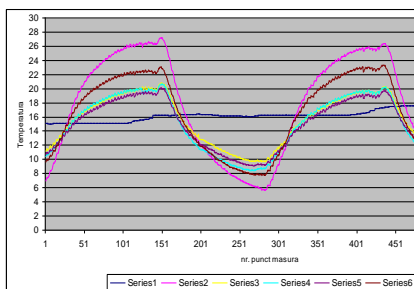


Fig. 2 - Variația temperaturii superficiale interioare și în stratul de adeziv sub termoizolație pe direcție verticală

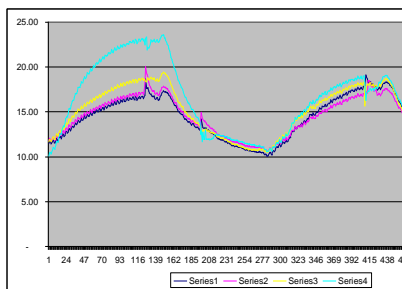


Fig. 3 - Variația temperaturii în stratul de adeziv sub termoizolație pe direcție orizontală

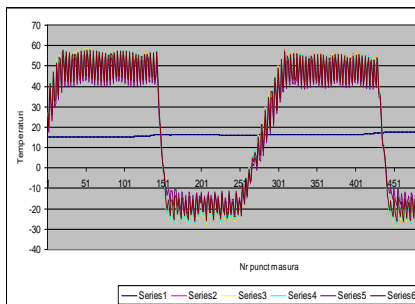


Fig. 4 - Variația temperaturii superficiale exterioare și interioare pe direcție verticală

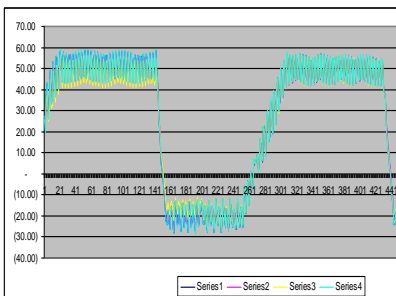


Fig. 5 - Variația temperaturii superficiale exterioare pe direcție orizontală

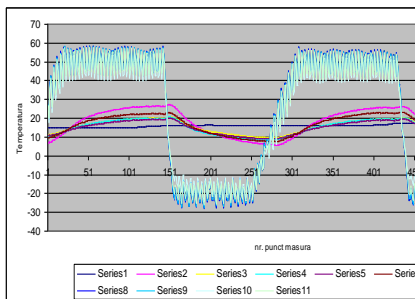


Fig. 6 - Variația temperaturii pe direcție verticală în structura elementului – suprafața interioară - temperatura în stratul de adeziv sub polistiren - suprafața exterioară

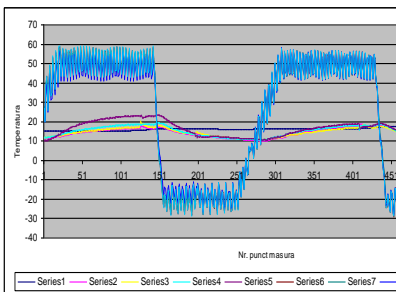


Fig. 7 - Variația temperaturii pe direcție orizontală în structura elementului – suprafața interioară - temperatura în stratul de adeziv sub polistiren - suprafața exterioară

Prelucrarea în întregime a datelor arată că elementul supus testului a intrat după cca 6 cicluri într - un regim permanent variabil, adică parametri măsoarați în zonele monitorizate nu au variat de la ciclu la ciclu (fig. 2-7).

Testele climatice de expunere la radiații UV (fig. 8-11) au presupus derularea a 20 cicluri climatice de expunere la radiații UV, cu durata totală de 24 ore, cu următoarele caracteristici:

- palier de 6 ore de expunere la radiații UV cu o putere de iradiere de 900W/m^2 valoare corelată cu nivelul mediu al radiației solare la nivelul

solului in zilele de vară în România;

- la sfârșitul perioadei de iradiere se aplică pe suprafața modelului o sprayere cu apă cu debit mediu de 2l/mim timp de 15 minute;
- palier 6 ore obscuritate;
- palier de 6 ore de expunere la radiații UV.

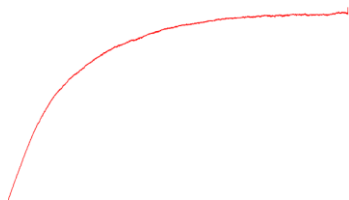


Fig. 8– Perioada de început a expunerii la radiații UV

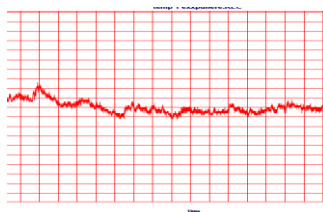


Fig. 9 – Perioada de expunere la radiații UV cu o putere de emisie de 900 W/m²

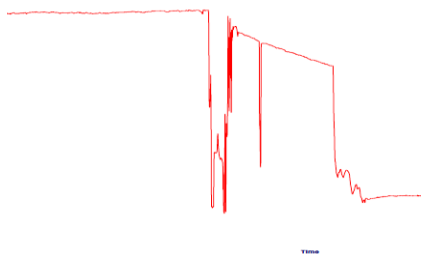


Fig. 10 – Perioada de oprire a expunerii la radiații UV și aplicare a jeturilor de apă cu debit de 2 l/min

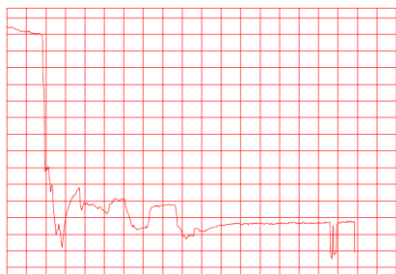


Fig.11 – Perioada de încetare a expunerii și începutul perioadei de obscuritate

Pe suprafața modelului expus la radiația UV s-a realizat o separare astfel încât expunerea la UV să se realizeze doar pentru zona centrală a modelului (50 × 50 cm), restul suprafeței fiind protejată la expunere, aflându-se doar sub acțiunea solicitărilor climatice provocate de variația temperaturii aerului ambiant.

Standardele de încercare armonizate SR EN 60068-2-5 și SR EN 60068-2-9 prevăd ca în cazul testelor climatice accelerate „solare” să se

asigure temperatura medie de condiționare de +40 °C sau +55 °C. Pentru a realiza aceste condiții de condiționare modelul experimental s-a amplasat într-o incintă termoizolată conform fig. 12.

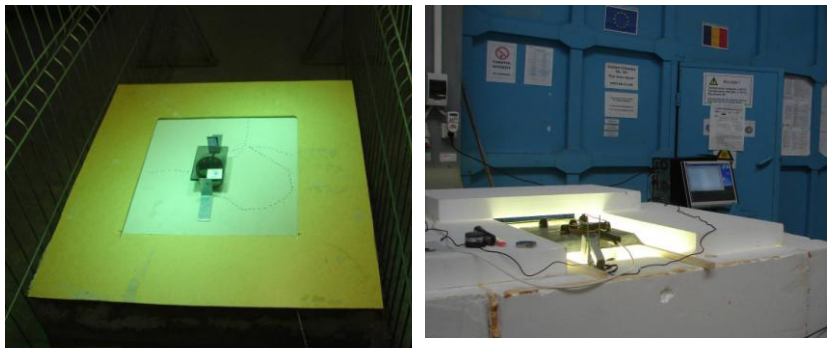


Fig. 12 - Model experimental expus la cicluri de radiație solară - ploaie

În fig. 13-17 se prezintă elementele, expuse încercărilor, unde se observă degradări superficiale (fisuri, pierderea planeității) și structura stratului superficial al polistirenului până și după expunerea la diferite cicluri.

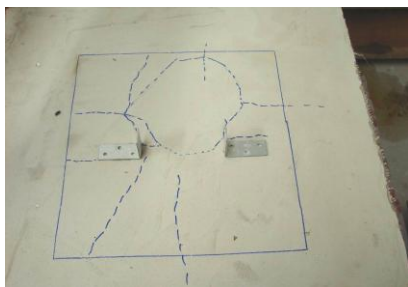


Fig. 13 - Detalii fisuri pe suprafața elementului expus la cicluri UV



Fig. 14 - Pierderea planeității suprafeței elementului expus la cicluri UV – ploaie

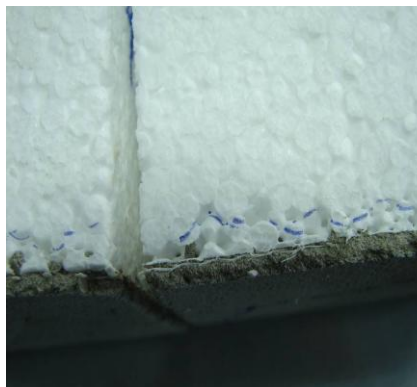


Fig. 15 - Structura stratului superficial al polistirenului după expunerea la radiații UV



Fig. 16 - Structura stratului superficial al polistirenului neexpus la radiații UV

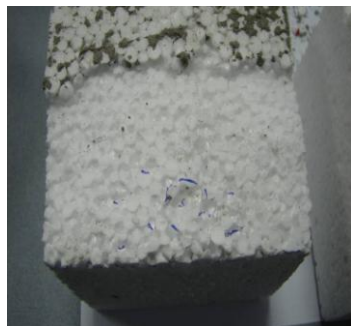


Fig. 17 - Structura stratului superficial al polistirenului expus și neexpus la radiații UV

Concluzii

Analiza reprezentărilor grafice ilustrează comportamentul de regim variabil a structurii bistrat [3] evidențiind:

1. Defazajul relativ mic al oscilației termice exterioare datorită mărimilor caracteristice de regim variabil ale polistirenului (amortizare mare cca 45, defazaj relativ mic – cca 2 ore, comportare caracteristică materialelor fără inerție termică);

2. Amortizare mare a oscilației aerului exterior resimțită în stratul de mortar (variație maxima de 15 grade față de o variație de 70 de grade a temperaturi aerului exterior);

3. Stabilitate a temperaturii suprafeței interioare – variații ale temperaturii superficiale de maxim 2 grade datorită pe de o parte amortizărilor mari cumulate ale polistirenului și BCA-ului și pe de altă parte defazajului mare caracteristic comportării de regim variabil a materialului masiv termic, in cazul nostru BCA-ul;

4. Variația umidității interioare acumulată pe parcursul celor 25 de cicluri măsurată prin eșantionarea unei porțiuni din elementul studiat și uscarea lui până la masă constantă este de 5,89 %;

5. Derularea ciclurilor de căldură-umiditate-îngheț nu a provocat afectarea semnificativă a parametrilor de izolare termică ai materialelor componente ale sistemului de izolare termică exterioară tip ETICS.

Diagramele prezentate în figurile 8 - 11, care ilustrează variația temperaturii superficiale a modelului expus la ciclurile de radiații UV confirmă comportarea de regim variabil a polistirenului, respectiv:

- defazaje extrem de mici ale materialului;

- temperatura superficială crește aproape instantaneu – defazaje de cca 10-15 minute, de la momentul apariției surselor de radiații UV incidente pe suprafață. (temperatura maximă pe suprafața elementului în perioada de expunere la UV este de 73-75 °C);

- temperatura suprafeței scade brusc la momentul aplicării jeturilor de ploaie, cu cca 45 de grade. La încetarea acțiunii ploii temperatura suprafeței elementului crește, de asemenea brusc, cu cca 30 grade datorită cantității de căldură acumulate în structura probei;

- toate aceste variații bruște de temperatura conduc la dilatări și contracții ale suprafeței elementului care variază între **1,2 % și -0,93 %**. Deoarece materialele din care este alcătuit sistemul ETICS nu sunt omogene, fiecare dintre acestea având caracteristici specifice, variațiile dimensionale datorate acțiunii unor schimbări bruște de temperatură

provoacă fisurări și chiar, în cazul suprafețelor mari, desprinderi și umflături ale straturilor compozite (fig. 4, 5);

- conform studiului privind pătrunderea apei în structura [2], care a confirmat faptul ca atunci când suprafața exterioară a sistemului ETICS este intactă, apa de ploaie nu poate pătrunde în mod catastrofal în structură. În schimb apariția acestor micro fisuri la suprafața elementelor cauzate de dilatări și contracții provocate de acțiunea radiației solare poate conduce la fenomene de acumulare a apei în structură. Se știe ca polistirenul este în general un material care absoarbe și înglobează apa în structură. În acest caz rezultă o scădere a parametrilor de izolare termică și deci implicit de eficiență a utilizării unui astfel sistem de tip ETICS;

- după finalizarea ciclurilor de radiație UV – ploaie – perioadă de obscuritate, care au însumat în final 240 ore de expune la radiații UV, s-au efectuat încercări pentru determinarea rezistenței la compresiune comparativ pe epruvete expuse și epruvete neexpuse la radiație UV ci doar la variațiile de temperatură de cca 30 grade cauzate de alternanța perioadelor de expunere la UV cu perioade de obscuritate. In urma acestor încercări a rezultat o pierdere de rezistență la probele expuse la radiații cca 16,33 %;

- la compararea stărilor suprafețelor celor două epruvete – expuse sau neexpuse la UV - în straturile superficiale ale materialului termoizolant de sub stratul de finisaj exterior s-a observat că datorită acțiunii radiațiilor UV o parte din granule de polistiren au dispărut, rămânând goluri mari în structura superficială a materialului. Aceasta poate explica pierderea de rezistență la compresiune a sistemului după expunerea la cicluri de radiație UV – ploaie – obscuritate.

Aceasta fază de cercetare experimentală confirmă faptul că aceste sisteme de izolare termică de tip ETICS sunt afectate structural sub acțiunea factorilor de stres climatic exterior (acțiune combinată temperatură umiditate-radiație solara-îngheț dezgheț) producându-se o degradare ireversibilă a caracteristicilor de material ale acestora.

Referințe

1. URBAN INCERC - PN 09 – 14 04 03 - Studii și cercetări experimentale privind evaluarea durabilității sistemelor compozite de izolare termică (ETICS) utilizate în reabilitarea termo-energetică a

clădirilor prin încercări la acțiuni climatice complexe, în laborator, pe modele la scară naturală și analiza eficienței economice a acestora.

2. Busuioc, C., Radu, A. – Essais simplifiés concernant la diffusion de la vapeur d'eau à travers une structure ETICS (EIFS), Rev. Intersections, vol. 2, 2005, No. "Physique du bâtiment", p. 4-14, www.ce.tuiasi.ro/intersections.

3. INCERC Iași - PROGRAM ORIZONT 2000 - Studiul privind evidențierea rolului de „volant termic” al coeficientului de masivitate în performanța reală de izolare a clădirii în regim real de funcționare CONTRACT A115/1995 -1997 - 5 Faze - Beneficiar -MCT – București.

4. ETAG 004/2000 - Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems with Rendering

5. C107 – 2005 - Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor.

6. C107/6 – 2002 – Normativ general privind calculul transferului de masă (umiditate) prin elementele de construcție.