

(19)



(10) **LT 5963 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **5963**

(51) Int. Cl. (2013.01): **E04F 13/00**  
**G01N 33/00**

(21) Paraiškos numeris: **2011 083**

(22) Paraiškos padavimo data: **2011 09 20**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2013 03 25**

(45) Patent paskelbimo data: **2013 09 25**

(62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —

(85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —

(30) Prioritetas: —

(72) Išradėjas:

**Romualdas MAČIULAITIS, LT**  
**Jurgita MALAIŠKIENĖ, LT**  
**Gintautas SKRIPKIŪNAS, LT**  
**Džigita NAGROCKIENĖ, LT**  
**Viktor KIZINIEVIČ, LT**

(73) Patent savininkas:

**Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius, LT**

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

—

(54) Pavadinimas:

**Sieninių gaminių ilgalaikiškumo vertinimo būdas**

(57) Referatas:

Išradimas yra iš sieninių keramikos gaminių srities. Pagal siūlomą ilgalaikiškumo  $\tau$  vertinimo būdą pagrindinis rodiklis yra gaminio šaldomo paviršiaus suirimo ploto dinamika  $S$ , išreikšta suirusio ploto procentais, atsižvelgiant į sienų orientaciją pasaulio šalių atžvilgiu ir gaminių atsparumo šalčiui markę  $Fre$ , išreikšta ciklais, nustatyta ciklais laboratorijoje ne tūrinio, kaip įprasta, o vienpusio šaldymo būdu.

Išradimas yra iš sieninių keramikos gaminių srities ir gali būti panaudotas įvairių sieninių gaminių, skirtų išorės apdailai, ilgalaikiškumo vertinimo pagal atsparumą šalčiui tikslumui padidinti

Su sieninių gaminių ilgalaikiškumo problema susiduriama jau seniai, tačiau šiuo metu galiojantys standartiniai ir kiti metodai pilnai neatskleidžia realių klimato ir eksploatacijos sąlygų įtakos ilgaamžiškumui.

Patente RU2064674 C1 pateiktas statybinių medžiagų atsparumo šalčiui vertinimo būdas, kurį naudojant siūloma gaminius 96 h mirkyti vandenyje ir po to atlikti jų tūrinį šaldymą ir atšildymą. Po 1/7, 1/5, 1/2, 2/3 parinkto šaldymo ir atšildymo ciklų skaičiaus nustatomas bandinių gniuždymo stipris. Nustatytas gniuždymo stipris turi būti ne mažesnis, nei 95 % pradinio gaminio gniuždymo stiprio. Tokiu būdu yra įvertinamas patikimasis konstrukcijos ilgaamžiškumas, nes kartais gaminys ir be išorinių irimo požymių gali prarasti stiprumą (skiediniui, cementiniam akmeniui, betonui).

Cementinių medžiagų atsparumo šalčiui nustatymo būdas, pateiktas patente RU2045071, pagrįstas taip pat pradiniu vandens įsotinimu ir pakartotiniu tūriniu šaldymu bei atšildymu. Tačiau šiame būde be užšaldytų gaminių gniuždymo stiprio dar vertinamas kapiliarinis poringumas. Pateiktos atsparumo šalčiui skaičiavimo formulės pagal minėtus rodiklius.

Dažnai naudojami atsparumo šalčiui nustatymo metodai pagal gaminių deformacines savybes. Vienas iš tokių metodų betonui aprašytas patente RU2059243.

Patente SU 1588130 A1 aprašytas mūro ir apdailos gaminių ilgalaikiškumo nustatymo pagal atsparumą šalčiui būdas, pagal kurį gaminių atsparumas šalčiui yra nustatomas bandomojo fragmento vienpusio šaldymo ir atšildymo būdu. Bandymui atlikti surenkamas imitacinis mūro fragmentas. Paruoštas mūro fragmentas purškiamas vandeniu 3 paras imituojuojant lietaus poveikį (vandens temperatūra turėtų būti ne didesnė kaip 25 °C, o kiekis - 0,1 m<sup>3</sup>/min), po to pradedamas ciklinis bandinių fragmento vienpusis šaldymas ir atšildymas. Oro greitis šaldymo kameroje turėtų būti palaikomas 0,5–5,0 m/s, o temperatūra mūro fragmento vienpusio šaldymo laikotarpio pabaigoje minus 12–22 °C, o atšildymo ore pabaigoje plus 3–10 °C. Vieno tokio dalinio šaldymo-atšildymo pociklio trukmė 90–140 min. Paprastai atliekami 3–8 tokie pocikliai, kurių pabaigoje mūro fragmentas peršąla visai. Toliau kelias minutes atliekamas bandinių fragmento šaldomosios pusės impulsinis apipurškimas vandeniu, o vėliau fragmentas per 4–16

valandų atšildomas drėgname ore jam laisvai cirkuliuojant, kol oro temperatūra pakyla iki plius 8–15 °C. Tolimesnis fragmento atšildymas ore vyksta dar 8–20 h, imituojant lietaus (apipurškimas vandeniu) poveikį, kol bandiniuose pasiekama vienoda teigiama temperatūra. Tuomet vienas vienpusio šaldymo ir atšildymo ciklas bandomajam fragmentui laikomas baigtu.

Mūrinių konstrukcijų ilgalaikiškumas gali būti vertinamas pagal statybos techniniame reglamente (STR 2.05.09: 2005) pateiktą būdą, kurį galima laikyti aprašomo išradimo analogu. Šiame statybos techniniame reglamente akcentuota, kad mūrinių konstrukcijų ilgalaikiškumui esminę įtaką turi jų atsparumas šalčiui. Tūriniu šaldymo ir atšildymo būdu nustatytos atsparumo šalčiui markės pagal konstrukcijų tipą, priklausomai nuo drėgmės režimo bei panaudotų gaminių, pateiktos 1 lentelėje.

**1 lentelė.** Tūrinio atsparumo šalčiui markės pagal konstrukcijų tipą

| Konstrukcijų tipas                                               | Tūrinio atsparumo šalčiui markė F, kai konstrukcijos naudojimo trukmė metais |    |    |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----|----|
|                                                                  | 100                                                                          | 50 | 25 |
| 1. Pastatų išorinės sienos arba jų apdaras, kai drėgmės režimas: |                                                                              |    |    |
| a – sausasis ir normalusis,                                      | 25                                                                           | 15 | 15 |
| b – drėgnasis,                                                   | 35                                                                           | 25 | 15 |
| c – šlapiasis.                                                   | 50                                                                           | 35 | 25 |
| 2. Pamatai ir sienų požeminės dalys:                             |                                                                              |    |    |
| a – iš plastinio formavimo molio plytų,                          | 35                                                                           | 25 | 15 |
| b – iš gamtinių akmenų.                                          | 25                                                                           | 15 | 15 |

Tačiau duomenys šioje lentelėje neleidžia užtikrinti pastatų išorės sienų ar pamatų ilgalaikiškumo, nes tūrinis atsparumo šalčiui nustatymo metodas visai nemodeliuoja gaminių eksploatacijos mūre bei natūrinių klimatinių poveikio sąlygų (bandinys tiesiog pamerkiamas į vandenį pradiniam įsotinimui, po to tūriniai iš visų pusių šaldomas ore, o atšildomas vandenyje, taip pat tiekiant šilumą iš visų pusių). Todėl tūrinis atsparumo šalčiui nustatymo būdas nesukuria sąlygų, būdingų mūro irimui, t. y. gaminyje – pavyzdžiui, plyta, dažniausiai suskyla į gabalus dėl didžiausių keraminio dirbinio viduryje susikaupusių įtempimų, o vienpusio šaldymo metodu bandomas mūras suyra trupant, suskilinėjant ar atsilupinėjant jo paviršiui, kas būdinga eksploatacijos metu.

Eksploatacinį atsparumą šalčiui, kaip fasadinės keramikos fizikinį rodiklį, galima apibūdinti jos geba pasipriešinti defektų prisipildymui vandens dėl migracijos procesų. Nustatyta, kad naudojantis tūrinio šaldymo metodika galima išbrokuoti faktiškai gerą produkciją arba atvirkščiai. Todėl tūrinio šaldymo – atšildymo metodo siūloma atsisakyti, kaip neatspindinčio procesų, vykstančių natūraliose eksploatacinėse sąlygose.

**Išradimo tikslas:** padidinti sieninių gaminių, skirtų išorės apdailai, ilgalaikiškumo vertinimo pagal atsparumą šalčiui tikslumą.

**Aprašomo išradimo esmė** yra ta, kad pastatų išorės sienų ilgalaikiškumas įvertinamas pagal jų paviršiaus, orientuoto skirtingų pasaulio šalių atžvilgiu, suirimo dinamiką, išreikštą suirusio paviršiaus plotu  $S$  ir atsparumo šalčiui markę, nustatytą ne tūrinio, o vienpusio šaldymo atšildymo būdu.

Tikslui įgyvendinti buvo panaudotos apdailos keraminės plytos iš skirtingų gamyklų (iš viso 14 partijų: 11 partijų iš vienos gamybos įmonės ir 3 – iš kitos gamybos įmonės, besiskiriančios gamybos technologiniais parametrais). Šių plytų mūro fragmentai (kolonos) buvo pastatyti Molėtų rajone ir poligono sąlygomis stebima klimatinių faktorių įtaka mūro drėgminei būsenai ir destrukcijai atsparumo šalčiui aspektu. Eksploatacinio atsparumo šalčiui tyrimai buvo vykdomi periodiškai apžiūrint 15 mūro fragmentų. Galutiniai tyrimų rezultatai pateikti po 25 mūro eksploatacijos metų. Kai kuriems mūro fragmentams buvo numatyta minimali apsauga nuo atmosferinių kritulių poveikio, o kitiems iš esmės jokios apsaugos nenumatyta. Iš pradžių kas metai, po to kas du, o dar vėliau, kas 3-5 metai buvo matuojamas visų kolonų plytų suirimo plotas priklausomai nuo orientacijos pagal pasaulio šalis ( $S_s$ ,  $S_R$ ,  $S_P$ ,  $S_V$ ). Laboratoriniams tyrimams buvo panaudotos adekvačios minėtų partijų plytos. Tiriamų keraminių plytų atsparumo šalčiui bandymai laboratorijoje buvo atliekami pagal vienpusio šaldymo metodą reglamentuotą norminiu dokumentu LST 1413.12: 1998 ( $F_{re}$ ), kurio bandymo metodika parengta pagal patentą SU 1588130 A1. Visi rezultatai buvo apdoroti matematinės statistikos metodais.

Remiantis ilgamečiais pajūrio zonos ir visos Lietuvos pastatų fasadų stebėjimais iš keraminių, silikatinių plytų, keramzitbartonio, tinkuotų ir kitų atitvarų, nustatyta, kad labiausiai suyra pastatų sienos arba atitvaros orientuotos Vakarų ir Pietvakarių – Pietų, Pietryčių ir Rytų kryptimis. Ilgiausiai nepakitę, be pastebimų irimo požymių, išlieka pastatų fasadai orientuoti Šiaurės, Šiaurės Vakarų ir Šiaurės Rytų kryptimi. Tai galima paaiškinti tuo, kad pagal meteorologų ilgamečius tyrimus, Lietuvoje vyraujantys vėjai yra Vakarų ir Pietvakarių krypties. Jų kartojimasis yra 17 % per metus, o pavyzdžiui Šiaurės rytų krypties – 8 %. Pastatų sienos labiausiai sudrėksta lyjant įstrižajam lietaui ar krentant šlapiam sniegui. Konstrukcijų sudrėkimas priklauso ne vien nuo lietaus ir šlapdribos intensyvumo ir trukmės, bet ir nuo vėjo stiprumo bei krypties. Be to, Šiaurės kryptimi sienų saulės poveikis yra silpnesnis, nei kitų pasaulio šalių atžvilgiu orientuotiems fasadams, kur pastatų mūro sienose pasireiškia nepilno šaldymo-atšildymo ciklai (pocikliai) dėl kintančio debesuotumo.

Fragmentų iš keraminių plytų su mažiausiu atsparumo šalčiui rodikliu sąlyginis paviršiaus suirimo plotas  $S$  po 25 metų ekspozicijos poligone siekia 100 %. Tirtų mūro fragmentų skirtingai orientuotų pasaulio šalių atžvilgiu irimo dinamika ženkliai skyrėsi.

Pagal siūlomą ilgaaamžiškumo vertinimo būdą pagrindinis rodiklis yra gaminio šaldomo paviršiaus suirimo plotas  $S$ , išreikštas procentais, atsižvelgiant į sienų orientaciją pasaulio šalių atžvilgiu poligone; tapačių gaminių partijų atsparumo šalčiui markės  $F_{re}$  nustatytos pagal LST 1413.12: 1998, o ilgalaikiškumas žymimas šaltų sezonų skaičiumi  $\tau$ .

Gauta tokia ilgalaikiškumo Pietų kryptimi priklausomybė:

$$\tau = \exp(1,032 + 0,013F_{re} + 0,020S_p), \quad (1)$$

Lygties koreliacijos koeficientas  $R=0,876$ , determinacijos koeficientas  $R^2=0,767$ .

Ilgalaikiškumo formulė Šiaurės kryptimi:

$$\tau = \exp(1,540 + 0,012F_{re} + 0,016S_s), \quad (2)$$

Lygties koreliacijos koeficientas  $R=0,732$ , determinacijos koeficientas  $R^2=0,536$ .

Ilgalaikiškumas bendrai susumavus Pietų, Rytų ir Vakarų kryptis įgauna tokią priklausomybę:

$$\tau = \exp(1,328 + 0,012F_{re} + 0,017S), \quad (3)$$

Lygties koreliacijos koeficientas  $R=0,816$ , determinacijos koeficientas  $R^2=0,666$ .

Šios lygtys susieja ilgalaikiškumą  $\tau$  su medžiagos destruktijos dinamikos kriterijumi  $S$  ir gaminių atsparumo šalčiui marke  $F_{re}$ . Iš sudarytų lygčių matyti, kad jų koeficientai gaunami skirtingi, vadinasi, bandinių irimo pobūdis ir laikas bus skirtingas. Siekiant tiksliau įvertinti statybos medžiagų, skirtų fasadams, ilgalaikiškumą, reikėtų vadovautis pateiktais 2 lentelėje keliamais atsparumo šalčiui reikalavimais, priklausomai nuo planuojamų mūro eksploatacijos sąlygų.

**2 lentelė.** Sieninių gaminių atsparumo šalčiui reikalavimai pagal aplinkos poveikį

| Vienpusis atsparumas šalčiui $F_{re}$ , ciklais | Aplinkos destruktijos poveikio apibūdinimas                                            | Naudojimo pavyzdžiai                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nuo 5 iki 20                                    | Ardančiųjų ciklinių veiksnių – šalčio, drėgmės, vandens, šilumos – poveikis nedidelis. | Tinkuoti ir apdailinti paviršiai pastatų viduje. Jei statyba ilgalaikė, pvz., daugiau, kaip 3 metai, mūro gaminiai turi atlaikyti ne mažiau kaip 15 ciklų.                                                                       |
| nuo 20 iki 50                                   | Ardančiųjų ciklinių veiksnių – šalčio, drėgmės, vandens, šilumos – poveikis nedidelis. | Tinkuoti, apdailinti fasadai ir jų elementai, esantys po stogo danga, apsaugoti nuo tiesioginio atmosferinių kritulių ant jų patekimo.                                                                                           |
| nuo 50 iki 100                                  | Ardančiųjų ciklinių veiksnių – šalčio, drėgmės, vandens, šilumos – poveikis vidutinis. | Tinkuoti, apdailinti fasadai ir jų elementai, nepakankamai apsaugoti nuo atmosferos kritulių poveikio, dėl stipraus ir kryptingo vėjo, kai Lietuvos klimatas drėgnas arba saikingai drėgnas (I, Ia, II, III klimatiniai rajonai) |

|                     |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| nuo 100 iki 150     | Ardančiųjų ciklinių veiksnių – šalčio, drėgmės, vandens, šilumos – poveikis intensyvus.       | Tinkuoti, apdailinti fasadai ir jų elementai, neapsaugoti nuo atmosferinių kritulių ir orientuoti Šiaurės kryptimi, kai Lietuvos klimatas saikingai drėgnas (II, III klimatiniai rajonai)              |
| Ne mažiau, kaip 150 | Ardančiųjų ciklinių veiksnių – šalčio, drėgmės, vandens, šilumos – poveikis labai intensyvus. | Tinkuoti, apdailinti fasadai ir jų elementai, neapsaugoti nuo atmosferinių kritulių ir orientuoti Rytų, Pietų, Vakarų kryptimis, kai Lietuvos klimatas saikingai drėgnas (II, III klimatiniai rajonai) |

**Pastaba:** laikantis šioje lentelėje pateiktų reikalavimų prognozuojamas mūro ilgalaikiškumas būtų ne mažesnis, kaip 70 metų.

## IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Pastatų išorės sienų ilgalaikiškumo vertinimo pagal atsparumo šalčiui markę būdas, kurį taikant įvertinamos eksploatacijos drėgmės sąlygos ir panaudotos sieninės medžiagos, **besiskiriantis tuo, kad** įvertinama pasaulio šalių atžvilgiu blogiausiomis drėgmės sąlygomis bandymų poligone cikliška vienvpusiu būdu šaldytų ir atšildytų gaminių šaldomo paviršiaus dinamika pagal plotą  $S$ , išreikšta procentais, ir atsparumo šalčiui markę  $Fre$ , nustatyta ciklais laboratorijoje vienvpusio šaldymo būdu.
2. Pastatų išorės sienų ilgalaikiškumo vertinimo būdas pagal atsparumo šalčiui markę, kai atsižvelgiama į eksploatacijos drėgmės sąlygas ir panaudotas sienines medžiagas, **besiskiriantis tuo, kad** pastatų išorinių sienų, orientuotų labiausiai pavojingomis Pietų, Vakarų, Rytų ir tarpinėmis kryptimis ilgalaikiškumas  $\tau$  apskaičiuojamas pagal formulę  $\tau = \exp(1,328 + 0,012F_{re} + 0,017S)$ , o pastatų išorinių sienų orientuotų Šiaurės kryptimi ilgalaikiškumas  $\tau$  apskaičiuojamas pagal formulę  $\tau = \exp(1,54 + 0,012F_{re} + 0,016S_s)$ .