

## Specialiųjų silikatinų dispersinių dažų dangų tyrimai

M. Daunoravičius<sup>1,2</sup>, V. Bieliūnienė<sup>2</sup>, A. Ragauskienė<sup>2</sup>, E. Smetonaitė<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kauno technologijos universitetas, Statybos technologijų katedra,

<sup>2</sup>Kauno technologijos universiteto Architektūros ir statybos institutas,

Tunelio g. 60, LT-44405 Kaunas, Lietuva

El. paštas: marijonas.daunoravicius@ktu.lt

Gauta 2009 m. gruodžio 1 d.; priimta spaudai 2010 m. vasario 11 d.

Darbe ištirti silikatinų dispersinių dažų dangų fizikinių mechaninių ir eksploatacinių savybių kitimai, keičiant pagrindinių komponentų kiekius bei papildomai dedant hidrofobizuojančių priedų. Nustatyta, jog hidrofobines dangų savybes efektingiausiai gerina į ruošiamus dažus dedami 2 % aminosiloksaninės, aminosilaninės, silikoninės dervos emulsijų priedai. Šis efektas sustiprėja sukietėjusias dangas papildomai apdorojus hidrofobiniais skysčiais. Sausų dangų atsparumas dilinimui bei sukibimo su pagrindu stipris auga, didinant dažuose skystojo stiklo kiekį, o dangų atsparumas drėgnajam šveitimui didėja dedant daugiau polimerinės dispersijos. Tačiau įdėjus daugiau kaip 7 % dispersijos, pradeda pastebimai mažėti dangų vandens garų pralaidumas. Skystojo stiklo kiekio keitimas dangų garų pralaidumui žymesnės įtakos neturi.

Vadovaujantis nustatytais komponentų ar priedų kiekiu ir dažų dangų savybių priklausomumais buvo sukurti kelių tipų specialieji silikatiniai dispersiniai dažai, turintys kurią nors išskirtinai aukštą savybę – hidrofobiškumą, atsparumą mechaniniams poveikiams, atsparumą plovimui, ypač didelį vandens garų laidumą, ekonomiškumą ir pan. Pateikiami pramoniniu būdu pagamintų specialiųjų silikatinų dispersinių dažų dangų fizikinių mechaninių bei eksploatacinių savybių tyrimo rezultatai.

### Ivadas

Naujos kartos silikatiniai dažai modifikuoto skystojo stiklo pagrindu pasižymi daugeliu vertingų savybių – jų dangos gerai praleidžia vandens garus, yra atsparios atmosferos veiksniams, tarp jų ir chemiškai agresyviems agentams, gerai sukimba ir netgi susiriša su mineraliniais pagrindais. Tokie dažai paprastai vadinami silikatiniais dispersiniais, kadangi jų rišiklis yra kalio skystasis stiklas, modifikuotas polimerine dispersija [1, 2].

Tokių dažų dangos turi pernelyg didelį kapiliarinį vandens įgėrį, nėra pakankamai elastingos ir stiprios [3]. Todėl šiame darbe daugiausia dėmesio skiriama bandomosios (universalios) silikatinų dispersinių dažų sudėties koregavimui, įvairių priedų parinkimui ir išbandymui, siekiant gauti dažus su pagerintomis hidrofobinėmis, stipruminėmis ir kitomis specialiomis dangų savybėmis. Atlikti tyrimai atitinka pasaulines dažų pramonės vystymosi tendencijas – organinių komponentų kiekio mažinimą ir neorganinių medžiagų kiekio didinimą bei specialiosios paskirties dažų poreikio augimą [4]. Anksčiau kurti universalūs ir dažniausiai supaprastintos sudėties dažai, skirti plačiam vartojimui, neapatenkina nūdienos poreikių. Nors dauguma tokių dažų ir jų dangos turi pakankamai geras technologines, dekoratyvines ir apsaugines savybes – spalvą, dengiamumą, normalų džiūvimo laiką, tačiau patys dažai nepasižymi svarbiomis techninėmis dažymo savybėmis – dažymo lengvumu ir patogumu, geru sumaišomumu po ilgesnio sandėliavimo laiko ir pan. Be to, bendros paskirties dažų dangos paprastai neturi išskirtinių eksploatacinių savybių, ypač padidinto atsparumo vandeniui, dilinimui, plovimui, didesnio laidumo vandens garams. Tokios savybės ypač reikalingos sudėtingų apdailintų paviršių eksploatacijos sąlygų atvejais, kai smarkiai kinta pagrindų drėgmė, iškyla cheminės bei biologinės korozi-

jos pavojus, dangos gali būti veikiamos mechaniškai. Tačiau esant švelnesnėms eksploatacijos sąlygoms gali tikti ir mechaniškai silpnesni bei pigesni dažai.

Kita vertus, dažų technologijoje labai sunku ir net neįmanoma gauti universalius dažus su visomis labai aukštomis technologinėmis bei eksploatacinėmis savybėmis. Gerinant vienas savybes neišvengiamai blogėja kitos. Pavyzdžiui, gerinant dekoratyvines savybes, blogėja mechaninės, o gerinant vandens nepralaidumą gali pablogėti garų pralaidumas ir pan. [5] Todėl buvo bandoma kurti dažus su tam tikra ypač išreikšta specialia savybe, tačiau nepabloginant kitų rodiklių. Pagrindinis reikalavimas – nekenksmingumas aplinkai – turi būti užtikrinamas visais atvejais.

Ankstesniame darbe [6] nustatytos pagrindinių dažų komponentų kiekybinių santykių koregavimo ribos, kuriose užtikrinami tinkami dažų technologiniai parametrai bei dažų stabilumo ir jų dangų atsparumo rodikliai. Taip pat buvo padaryta prielaida, jog apsibrėžtose ribose keičiant atskirų komponentų kiekius, galima ženkliai keisti ir pagrindines dažų technologines bei jų dangų eksploatacines savybes – vandens ir garų pralaidumą, sausos ir drėgnos dangos mechaninį stiprį, jos sukibimo su pagrindu stiprį. Yra duomenų, jog dangų vandens nepralaidumas gali didėti dėl įvairių hidrofobinių priedų arba jų apdorojimo vandenį atstumiančiais skysčiais [7].

Šiame darbe daugiausia dėmesio kaip tik ir skiriama dažų sudėčių bei hidrofobinių priedų parinkimui ir išbandymui, siekiant nustatyti pagrindinių komponentų kiekio bei priedų atmainos ir kiekio įtaką dažų dangų savybėms.

Darbo tikslas – keičiant bandomųjų (universalų) silikatinų dispersinių dažų pagrindinių komponentų kiekius bei naudojant hidrofobinius priedus, sukurti įvairiomis specialiomis savybėmis pasižyminčius dažus ir atlikti šių dažų laboratorinius bei gamybinius bandymus.

Tikslui pasiekti reikėjo išspręsti šiuos uždavinius:

- sudaryti optimalius kiekybinius komponentų santykius atitinkančius bandomuosius dažus;
- ištirti bandomosios sudėties dažų pagrindinių komponentų kiekio koregavimo ir hidrofobinių priedų panaudojimo įtaką sausų ir įmirkytų dažų dangų savybėms;
- vadovaujantis nustatytais dažų sudėties ir jų dangų savybių priklausomumais sukurti dažus, pasižyminčius specialiomis savybėmis – atsparesnius vandens poveikiui, atsparesnius mechaniniams poveikiams, geriau praleidžiančius vandens garus, ekonomiškesnius ir pan.
- ištirti sukurtų specialiųjų dažų dangų fizikines ir mechanines savybes bei atsparumą atmosferos poveikiams.

## Naudotos medžiagos ir tyrimų metodika

Bandymams naudoto pramoniniu būdu pagaminto skystojo stiklo rodikliai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Kalio skystojo stiklo rodikliai

| Rodiklis                                                      | Vertė |
|---------------------------------------------------------------|-------|
| Tankis, g/cm <sup>3</sup> , 20 °C temp.                       | 1,22  |
| Ištekėjimo trukmė, s, 20 °C temp.                             | 12    |
| SiO <sub>2</sub> kiekis, %                                    | 20,40 |
| K <sub>2</sub> O kiekis, %                                    | 8,40  |
| Masių santykis, %, SiO <sub>2</sub> / K <sub>2</sub> O        | 2,43  |
| Silikatinis modulis, mol, SiO <sub>2</sub> / K <sub>2</sub> O | 3,60  |

Kalio skystasis stiklas buvo modifikuojamas stireno / akrilo polimerine dispersija Finndisp A 11, kurios dalelių skersmuo 0,19 μm, pH 7,5–8,5, MFFT 14 °C, nelakųjų medžiagų kiekis 48 %. Ankstesniais tyrimais [8] buvo nustatyta, kad ši dispersija geriausiai stabilizuoja skystąjį stiklą ir su juo pagamintus dažus.

Dažams naudotų mikroužpildų ir pigmentų charakteristikos pateiktos 2 ir 3 lentelėse.

2 lentelė. Mikroužpildų charakteristikos

| Mikroužpildas  | Cheminė formulė                          | Dalelių forma | Vidutinis dalelių skersmuo, μm |
|----------------|------------------------------------------|---------------|--------------------------------|
| Talkas         | 3MgO·4SiO <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O | Plokštelės    | 10                             |
| Marmuras       | CaCO <sub>3</sub>                        | Grūdėliai     | 6                              |
| Marmuras       | CaCO <sub>3</sub>                        | Grūdėliai     | 10                             |
| Malta keramika | Al, Si oksidai                           | Grūdėliai     | 40                             |
| Kreida         | CaCO <sub>3</sub>                        | Grūdėliai     | 30                             |

3 lentelė. Pigmentų charakteristikos

| Pigmentas                                           | Cheminė formulė                           | Spalva          | Vidutinis dalelių skersmuo, μm |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Raudonasis geležies oksidas–redoksaidas (hematitas) | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (iki 95 %) | Tamsiai raudona | 0,17                           |
| Titano dioksidas                                    | TiO <sub>2</sub> (rutilas)                | Balta           | 0,22                           |

Ruošiant dažus, buvo naudoti šie dažų technologinės ir techninės dažymo savybes užtikrinantys priedai: skystojo stiklo stabilizatoriai, klampos keitikliai, tirštikliai, dispergatoriai, antiputokšliai, emulgatoriai. Šie priedai netirti ir jų kiekiai buvo parinkti pagal jų gamintojų rekomendacijas.

Sukietėjusios dažų dangos buvo tiriamos tokiais metodais.

*Atsparumas dilinimui* nustatytas Taberio prietaisu, naudojant ant 10 mm storio betono plokštelių suformuotų dažų dangų bandinius [9].

*Atsparumas drėgnajam šveitimui* – 180 μm storio dažų dangos buvo suformuojamos ant langų stiklo plokštelių ir kietinamos 7 paras 20 °C temperatūroje. Po to buvo bandomi Braive Instruments firmos prietaisu pagal standartinę metodiką [10].

*Vandens garų pralaidumas* nustatytas pagal LST EN ISO 7783-2:2002, naudojant gipsatinkio plokštelių

bandinius, padengtus 200 μm storio sukietėjusiomis dažų dangomis.

*Kapiliarinis vandens įgėris* nustatytas pagal LST EN 1062-3:2008, naudojant apskritus 20 mm storio sudėtinio tinko bandinius, padengtus 200 μm storio sukietėjusiomis dažų dangomis.

*Sukibimo stipris atplėšiant* dažų dangas nuo betono plokščių nustatytas pagal LST EN 1504:2004, firmos CONTROLS prietaisu 58-C0215/T.

*Atsparumas atmosferos poveikiams* – dangos buvo dirbtinai sendinamos aparate QUV/ spray su UVA 340 lempomis. Bandymų ciklą sudarė 5 h švitinimo ir 12 min lietinio. Dažų 200 μm storio dangos buvo formuojamos ant stiklo plokštelių. Bandiniai buvo apžiūrimi kas 20 ciklų. Iki apžiūros dangos minkšta kempine buvo nuplautos šiltu vandeniu (vandens temperatūra ne aukštesnė kaip 30 °C) ir padžiovinamos. Apžiūros metu paprastai nustatomi tokie dangų defektai: lupimasis, trūkinėjimas,

plyšiai, pūslėtumas, kreidėjimas, užsiteršimas, spalvos pasikeitimas. Kreidėjimas – tai lengvai nuimamų, smulkių miltelių išsiskyrimas dažų dangos paviršiuje, suirus vienam arba keliems jos komponentams, dažniausiai rišikliui. Kreidėjimo produktai nuo dangos nuimami lipniaja juosta. Prie jos prikibę kreidėjimo produktai buvo tikrinami kontrastinio pagrindo fone. Kreidėjimo laipsnis ir kiti dangų pažeidimai buvo vertinami pagal LST ISO 4628 2–5 dalyse pateiktų bandinių etalonų paveikslus ir etalonines skales.

## Rezultatai ir jų aptarimas

**BANDOMOSIOS SILIKATINIŲ DISPERSINIŲ DAŽŲ SUDĖTIES NUSTATYMAS.** Pagrindinių komponentų kiekiai buvo parinkti vadovaujantis anksčiau [6] nustatytomis silikatinių dispersinių dažų sudėčių optimizavimo prielaidomis, t. y. išlaikant tokius jų tarpusavio kiekybinius santykius: užpildo ir pigmento masių santykį 1 : 3,3, bendrą užpildų ir pigmentų masės santykį su skystojo

stiklo ir polimerinės dispersijos bendra kietosios medžiagos mase – 1 : 3,5, smulkaus (5 μm) ir stambaus (10 μm) užpildų masių procentinį santykį 58 : 42. Dažai buvo gaminami pramoninėje dažų maišyklėje, komponentus dedant tokia tvarka: pirmiausia supiltas vanduo, dispergatorius, stabilizatorius, dalis antiputokšlio bei tirštiklis ir maišyta 30 min. Po to sudėti titano dioksidas, užpildai ir maišyta 60 min. Galiausiai įpilta dispersija, kita antiputokšlio dalis, klampos keitiklis bei emulgatorius ir dar maišyta 30 min. Skystasis stiklas supiltas technologinio proceso pabaigoje ir maišyta 15 min. Panašia tvarka reikėtų dėti komponentus ir gaminant dažus rutuliniame malūne. Tačiau tuo atveju komponentus galima sudėti per du kartus – antrame etape dedant skystąjį stiklą, dispersiją, dalį antiputokšlio, klampos keitiklį bei emulgatorių. Pirmame etape reikia malti 2,5 h, o sudėjus visus komponentus dar 30 min.

Tokių dažų sudėtis ir jų sukietėjusios dangos savybės pateiktos 4 lentelėje.

4 lentelė. Bandomoji silikatinių dispersinių dažų sudėtis ir šių dažų dangų savybės

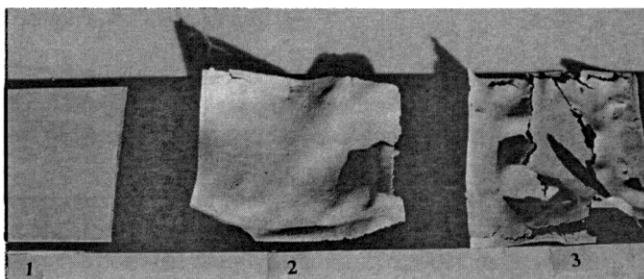
| Dažų komponentas                    | Kiekis, masės % | Dangos savybė                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vanduo                              | 20,5            | Garų pralaidumas 214 g/(m <sup>2</sup> ·para);<br>Kapiliarinis vandens įgėris 1,59 kg/(m <sup>2</sup> ·para);<br>Atsparumas drėgnam šveitimui 4800 ciklų;<br>Atsparumas dilinimui 29,8 mg/100 aps.;<br>Sukibimo su betonu stipris 2,4 MPa;<br>Kreidėjimas 2 balai. |
| Skystasis stiklas                   | 28              |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Polimerinė dispersija Finndisp A 11 | 6               |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Karbonatinis užpildas 5 μm          | 16              |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Karbonatinis užpildas 10 μm         | 12              |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Talkas                              | 5               |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| TiO <sub>2</sub>                    | 10              |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Dispergatorius                      | 0,3             |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Stabilizatorius1                    | 0,2             |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Stabilizatorius2                    | 0,1             |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Tirštiklis                          | 0,1             |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Antiputokšlis                       | 0,3             |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Emulgatorius                        | 1,0             |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Klampos keitiklis                   | 0,5             |                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Tai universalūs, ekonomiškai ir turintys gerus techninius, techninius ir eksploatacinius rodiklius dažai. Tačiau turi ir trūkumų – didelį dangų vandens pralaidumą ir trapumą, mažą atsparumą mechaniniams poveikiams.

Šių dažų dangos džiūdamos ant plastikinių plokštelių trūkinėja ir deformuojasi. Nors silikatinių dispersinių dažų dangos, palyginus su tik silikatiniais dažais, trūkinėja mažiau (1 pav.), tačiau modifikuojanti dispersija ryškiai nepakeičia sukietėjusios dangos prigimties ir nepaverčia jos elastinga plėvele, kaip yra polimerinių dispersinių dažų atveju.

Kita vertus, tokios dangos gerai laikosi ant porėtų mineralinių paviršių, į kuriuos prasiskverbia ir sudaro bendrą paviršinį sluoksnį. Todėl skystąjį stiklą šiuose dažuose reikia traktuoti kaip tradicinį mineralinį rišiklį,

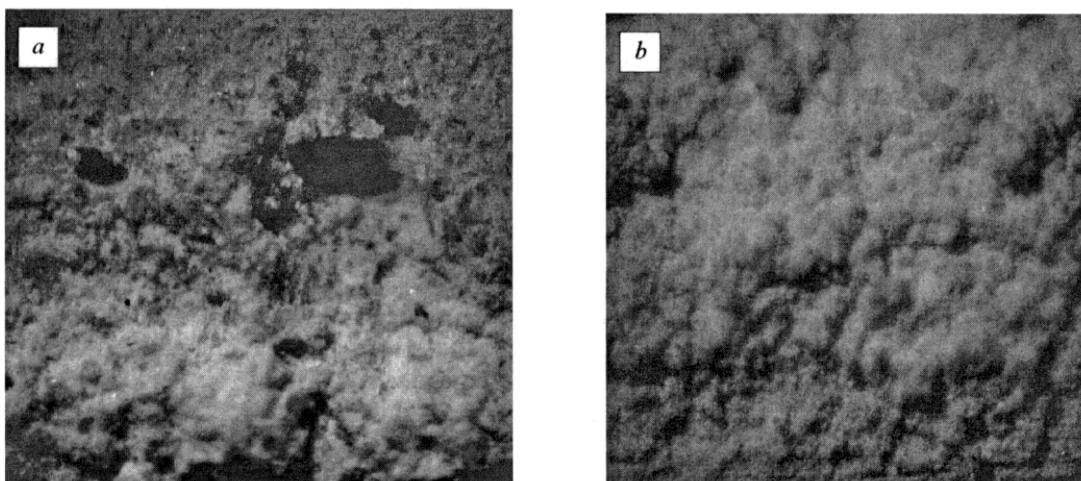
surišantį užpildus ir pigmentus į tvirtą konglomeratą bei susirišantį su tinkama pagrindo medžiaga.



1 pav. Dažų dangų, sukietėjusių ant plastikinių plokštelių, pavyzdžiai: 1 – polimeriniai dispersiniai dažai; 2 – silikatiniai dispersiniai dažai; 3 – silikatiniai dažai

Didelį vandens pralaidumą lemia dažų struktūra, kuri matyti mikroskopinėse nuotraukose (2 pav.). Silikatininių dispersinių dažų dangos struktūroje, kitaip negu

akrilinių dažų dangoje, pastebimos atviros poros bei įvairaus skersmens kapiliarai.



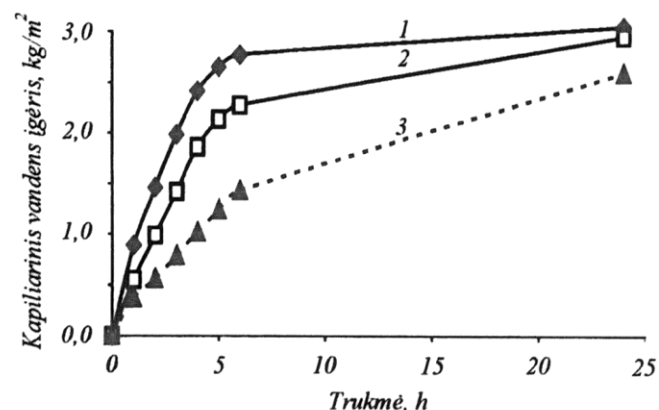
2 pav. Bandomosios silikatininių dispersinių dažų dangos (a) ir polimerinių dispersinių dažų dangos (b) lūžių mikroskopinės nuotraukos (optinis mikroskopas *micros MCX300*, padidinimas 40 $\times$ )

Tolesniame darbo etape buvo nustatyti dažų dangų fizikinių mechaninių ir eksploatacinių savybių priklausomumai nuo pagrindinių dažų komponentų bei hidrofovizuojančių priedų kiekybinių pokyčių, tuo pačiu išaiškintos ir atskirų dangų savybių gerinimo galimybės koreguojant sudėtį arba dedant papildomus priedus. Taip buvo siekiama sukurti specialius, t. y. galinčius atlikti tam tikrą užsiduotą techninę funkciją dažus.

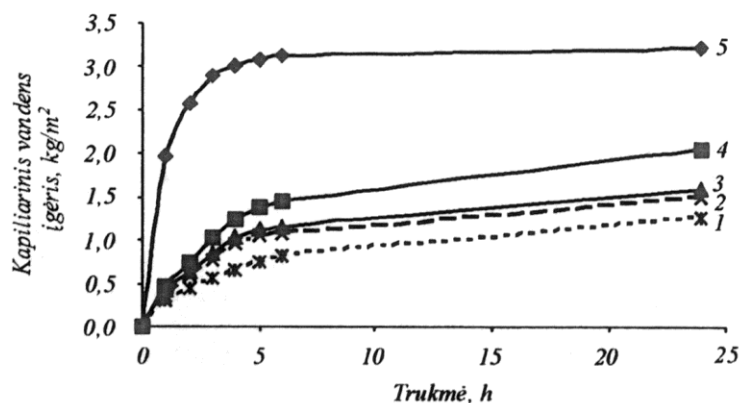
**DANGŲ VANDENS PRALAIIDUMO TYRIMAI.** Silikatininių dažų dangos, turėdamos poringą kapiliarinę struktūrą, kontaktuodamos su vandeniu jį igeria. Kartu su vandeniu įnešamos žalingos, fiziškai, chemiškai ir biologiškai dangas ir po jomis esančias konstrukcijas ardančios medžiagos [11]. Todėl visų pirma buvo ieškoma priemonių ir būdų dangų hidrofobiškumui didinti.

Modifikuojantis dispersijos priedas duoda tam tikrą kapiliarinio vandens įgėrio sumažinimo efektą (3 pav.), tačiau įdėjus net iki 10 % dispersijos jis yra nepakankamas – vandens įgėris sumažinamas tik iki 15 %. Įdėjus

daugiau dispersijos dažai praranda mineralinį pobūdį ir jo sąlygojamas teigiamas savybes (pradeda mažėti dangų garų pralaidumas, dažų stabilumas).



3 pav. Bandomųjų dažų dangų kapiliarinio vandens įgėrio priklausomumas nuo dažuose naudoto polimerinės dispersijos kiekio: 1 – 5 %; 2 – 7,5 %; 3 – 10 %

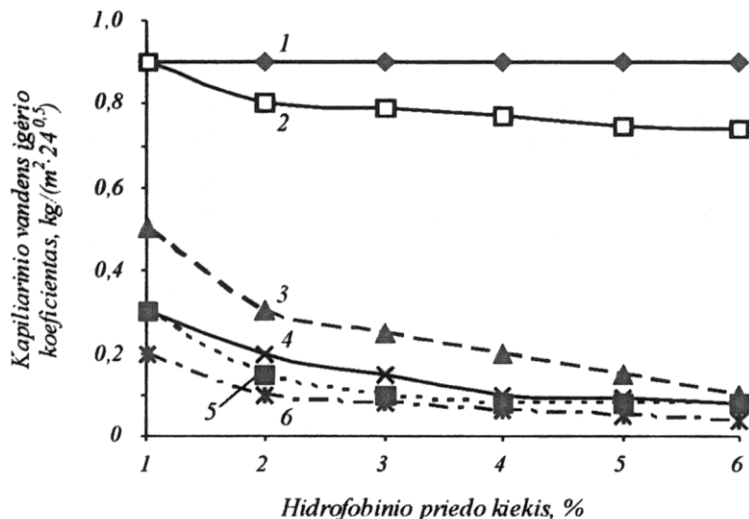


4 pav. Bandomųjų dažų dangų kapiliarinio vandens įgėrio priklausomumas nuo hidrofobizatoriaus bei hidrofobizavimo būdo: 1 – į dažus dedant 1,5 % aminosiloksaninės emulsijos; 2 – 1,5 % silikoninės dervos emulsijos; 3 – 1,5 % aminosilaninės emulsijos; 4 – sukietėjusią dangą apdorojant hidrofobiniu skysčiu; 5 – nehidrofobizuota danga

Hidrofobizavimui naudoti silicio organiniai junginiai (silikonai). Silikoninių hidrofobizuojančių medžiagų yra įvairių tipų, priklausomai nuo prie Si prijungtų alkilinių grupių ilgio. Kaip rodo 4-to ir patvirtina 5 paveiksle parodyti duomenys, efektyviausi priedai, dedami į dažus, yra aminosilaninė ir aminosiloksaninė emulsijos, taip pat silikoninės dervos emulsija. Hidrofobizuoti galima ir su-

kietėjusias dangas, apdorojant jas iš išorės hidrofobiniais skysčiais. Tačiau tokiu atveju gaunami kiek blogesni rezultatai (4 pav.).

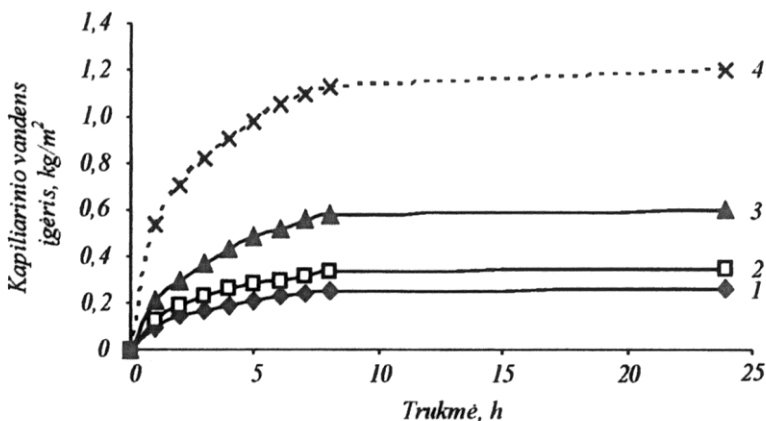
Didinant hidrofobinio priedo kiekį (5 pav.) jo hidrofobizuojantis poveikis santykinai mažėja, todėl efektyviausia priedo dėti iki 2 % nuo bendros dažų masės.



5 pav. Bandomųjų dažų dangų kapiliarinio vandens įgėrio koeficiento priklausomumas nuo hidrofobizatoriaus kiekio ir atmainos: 1 – aliuminio stearatas; 2 – silikono aliejinė emulsija; 3 – silikoninės dervos emulsija1; 4 – silikoninės dervos emulsija2; 5 – aminosilaninė emulsija; 6 – aminosiloksaninė emulsija

Buvo išbandytas ir kompleksinis hidrofobizavimo būdas, t. y. dedant hidrofobinius priedus į dažus ir vėliau papildomai apdorojant jų sukietėjusias dangas hidrofo-

biniais skysčiais. Rezultatai rodo (6 pav.), jog šis būdas yra ypač efektyvus.



6 pav. Bandomųjų dažų dangų, hidrofobizuotų su 2 % aminosiloksaninės emulsijos (1), aminosilaninės emulsijos (2), silikoninės dervos emulsijos (3, 4), kapiliarinis vandens įgėris (1–3 – sukietėjusios dangos papildomai iš išorės apdorotos hidrofobiniu skysčiu, 4 – danga papildomai neapdorota)

**SUKIETĖJUSIŲ DANGŲ MECHANINIO STIPRIO TYRIMAI.** Sausų dangų stipris buvo įvertintas jų atsparumu dilinimui. Gauti rezultatai rodo, jog atsparumas dilinimui daugiausia priklauso nuo skystojo stiklo kiekybinio santykio su užpildais bei pigmentais (7 pav.). Skystojo stiklo kiekį dažuose didinant nuo 14 iki 21,5 %, dangų

masės nuostoliai dilinant sumažėja 40 %. Modifikuojanti dispersija sausų dangų dilimui žymesnės įtakos neturi.

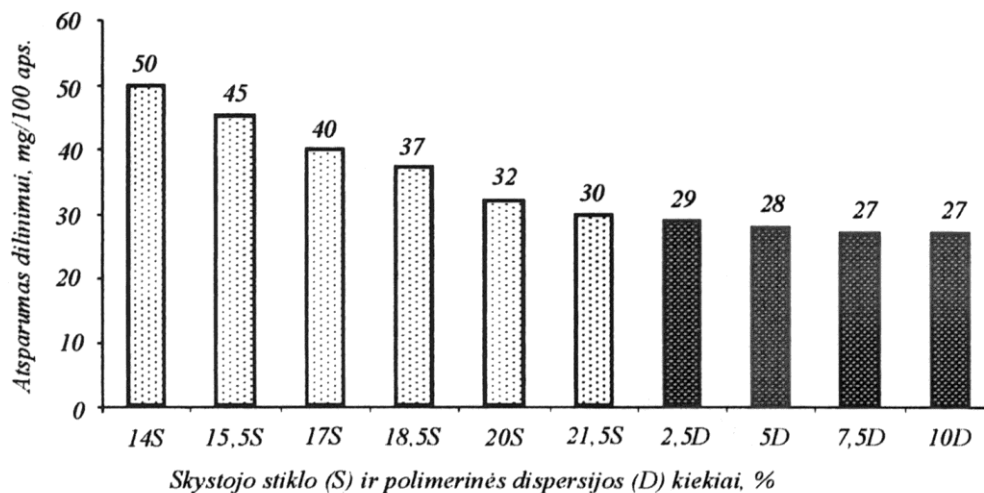
Dangų atsparumo drėgnajam šveitimui kitimai yra panašaus pobūdžio. Didinant skystojo stiklo kiekį atsparumas išauga 70 %, o didėjant dispersijos kiekiui – 20 % (8 pav.).



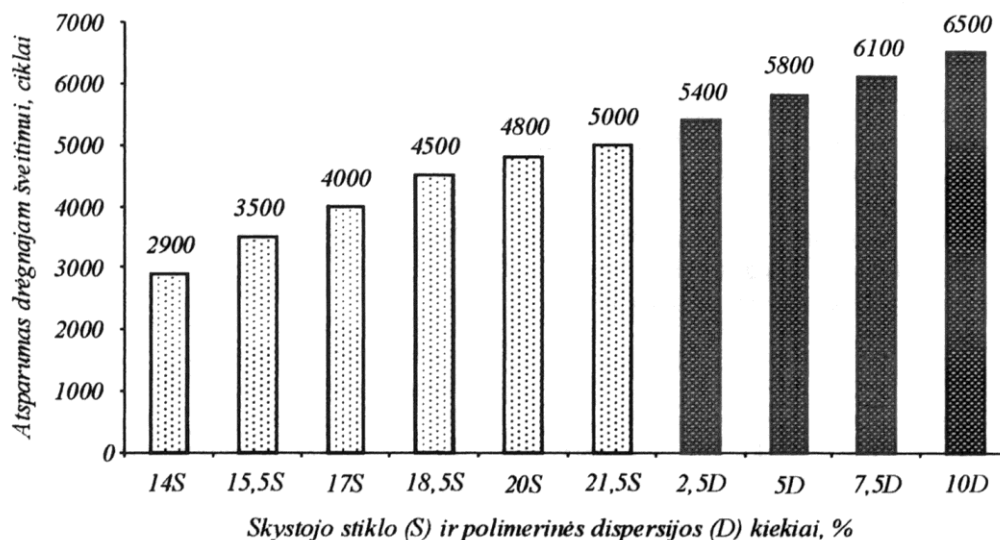
Sausų dangų atsparumas dilinimui mažai priklauso nuo hidrofobizavimo laipsnio, tuo tarpu tinkamai hidrofobizuotos dangos yra 20–25 % atsparesnės drėgnajam šveitimui. Tiriant hidrofobizavimo įtaką mechaniniam

dangų stipriui buvo naudoti dažai, paruošti su 21,5 % skystojo stiklo ir 7,5 % polimerinės dispersijos.

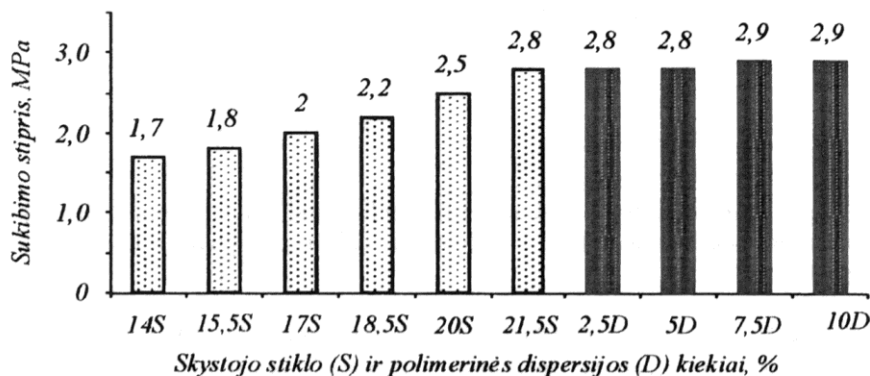
Dangų sukibimo su betonu stiprio atplėšiant nustatymo rezultatai parodyti 9 paveiksle.



7 pav. Dažų dangų atsparumo dilinimui priklausomumas nuo skystojo stiklo ir modifikuojančios dispersijos, dedamos į 21,5 % skystojo stiklo turinčius dažus, kiekio



8 pav. Dažų dangų atsparumo drėgnajam šveitimui priklausomumas nuo skystojo stiklo ir modifikuojančios dispersijos, dedamos į 21,5 % skystojo stiklo turinčius dažus, kiekio



9 pav. Dažų dangų sukibimo su betonu stiprio atplėšiant priklausomumas nuo skystojo stiklo ir polimerinės dispersijos, dedamos į 21,5 % skystojo stiklo turinčius dažus, kiekio

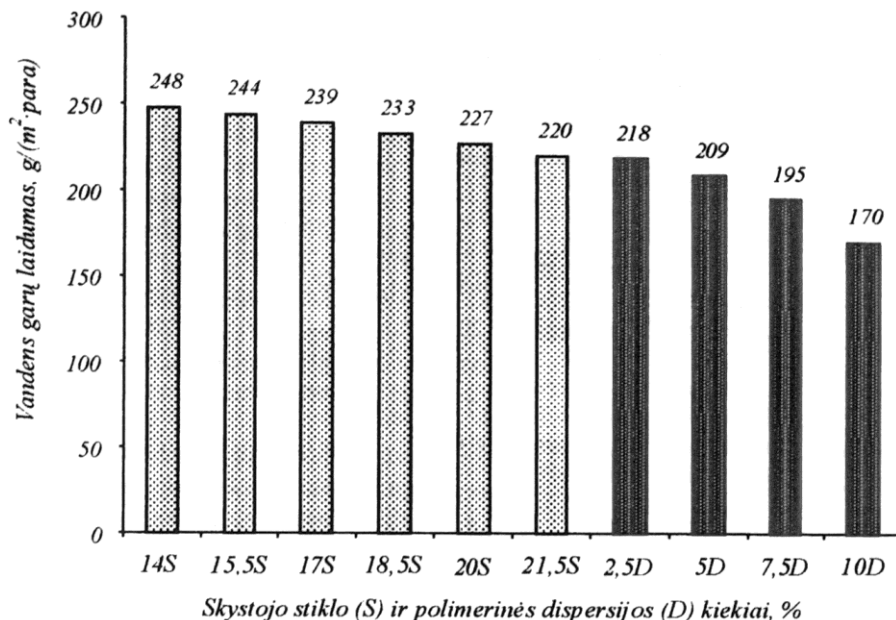
Matyti, jog labiausiai šis rodiklis priklauso nuo dažams panaudoto rišiklio – skystojo stiklo kiekio. Didinant

dažuose skystojo stiklo kiekį nuo 14 iki 21,5 %, dangų

sukibimo su betonu stipris išauga 65 %. Modifikuojanti polimerinė dispersija (tamsūs stulpeliai) įtakos beveik neturi.

**SUKIETĖJUSIŲ DANGŲ GARŲ PRALAUDUMO TYRIMAI.** Tirtas garų pralaidumo priklausomumas nuo rišiklio kiekio bei hidrofobizavimo būdo.

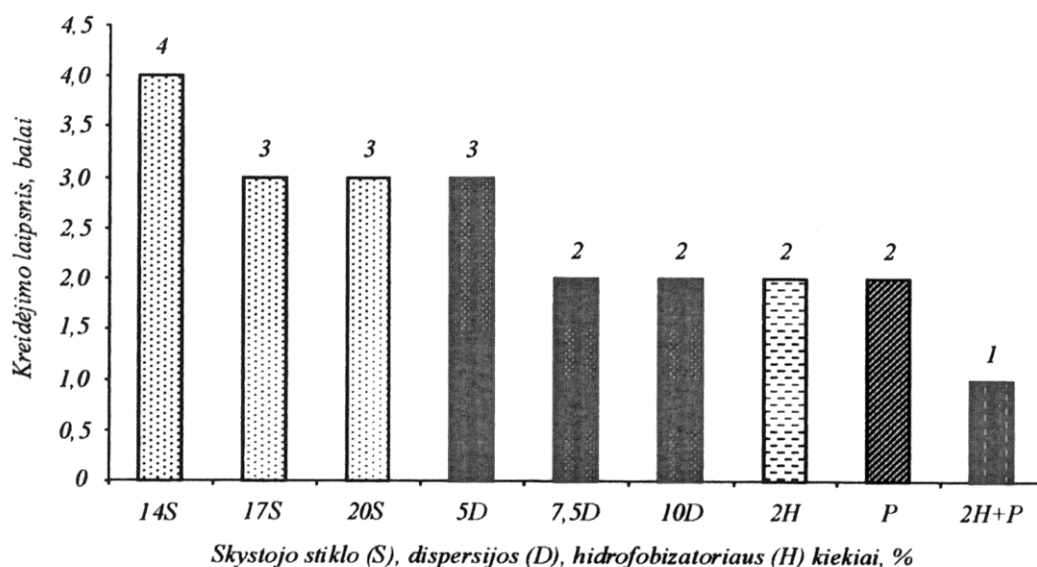
Dangų garų pralaidumas mažai priklauso nuo rišiklio kiekio. Didinant dažuose skystojo stiklo kiekį, dangų garų pralaidumas nežymiai blogėja (10 pav.). Tačiau dangų garų pralaidumą labiau sumažina (apie 20 %) polimerinės dispersijos priedas, ypač kai jos kiekis dažuose padidinamas iki 10 %. Dangų hidrofobizavimas garų pralaidumui reikšmingos įtakos neturi.



**10 pav.** Dažų dangų garų pralaidumo priklausomumas nuo skystojo stiklo ir polimerinės dispersijos, dedamos į 21,5 % skystojo stiklo turinčius dažus, kiekio

**ATSPARUMO ATMOSFEROS POVEIKIAMS NUSTATYMAS.** Po tam tikro bandymo ciklų skaičiaus buvo įvertintas dažų dangų kreidėjimas, spalvos pokytis. Dažų

dangų kreidėjimo laipsnis po 100 bandymų ciklų yra parodytas 11 paveiksle.



**11 pav.** Dažų dangų kreidėjimo laipsnio priklausomumas nuo skystojo stiklo kiekio, polimerinės dispersijos, dedamos į 20 % skystojo stiklo turinčius dažus, kiekio bei dangų hidrofobizavimo būdo (H – hidrofobinį priedą dedant į ruošiamus dažus su 20 % skystojo stiklo bei 7,5 % dispersijos; P – apdorojant sukietėjusios dangos paviršių silikoniniu skysčiu; H+P – priedą dedant į dažus ir apdorojant sukietėjusios dangos paviršių)

Matyti, jog po spartesnio sendinimo bandymų mažiau kreidėja daugiau skystojo stiklo turinčių dažų dangos.

Panaši tendencija stebima ir iki 7,5 % didėjant dažuose polimerinės dispersijos kiekiui. Kompleksiškai hidrofobi-

zuojant dažų dangas jų kreidėjimo laipsnį galima dar sumažinti vienu balu. Kitokių vizualiai pastebimų dažų dangų defektų spartesnio sendinimo metu neužfiksuota.

## Gamybiniai ir laboratoriniai bandymai

Pateiktais tyrimais nustatyti dažų pagrindinių komponentų ar priedų kiekių ir dažų savybių priklausomumai. Jais vadovaujantis buvo tikslingai koreguojamos silikatinų dispersinių dažų sudėtys ir gauti tam tikrų specialių savybių dažai. Kuriant tokius dažus buvo didinamas (ma-

žinamas) tam tikrą savybę nulemiančio komponento kiekis. Šitaip atskirų komponentų kiekiai gali būti keičiami tik tam tikrose ribose, nepažeidžiant visų dažų sudėties komponentų racionalių kiekybinių santykių, nustatytų ankstesniame darbe [6].

Sukurti specialieji dažai (5 lent.) buvo pagaminti pramoniniu būdu. Aprašytais metodais nustatytos šių dažų dangų fizikinės mechaninės ir eksploatacinės savybės, bandymų rezultatai pateikti 6 lentelėje.

**5 lentelė.** Specialiosios silikatinų dispersinių dažų sudėtys, masės %

| Komponentas                            | Dažų sudėtis žymuo |     |      |      |     |      |      |
|----------------------------------------|--------------------|-----|------|------|-----|------|------|
|                                        | SDB                | SDH | SDD  | SDP  | SDG | SDS  | SDE  |
| Vanduo                                 | 20,5               | 20  | 19   | 17   | 22  | 21,5 | 26,5 |
| Skystasis stiklas                      | 28                 | 27  | 31,5 | 30,5 | 27  | 26   | 25   |
| Polimerinė dispersija                  | 6                  | 7   | 6    | 8    | 4   | 6    | 5    |
| Pigmentas (titano dioksidas)           | 10                 | 8,5 | 8    | 8    | 5   | 5    | 5    |
| Pigmentas (geležies oksidas)           | –                  | –   | –    | –    | –   | 6    | –    |
| Talkas                                 | 5                  | 5   | 5    | 5    | 5   | 5    | 8    |
| Karbonatinis užpildas (stamb. dalelės) | 12                 | 12  | 12   | 12   | 12  | 12   | 5    |
| Karbonatinis užpildas (smulk. dalelės) | 16                 | 16  | 16   | 16   | 16  | 16   | 8    |
| Pigesnis užpildas (keramika, kreida)   | –                  | –   | –    | –    | 6   | –    | 15   |
| Stabilizatorius1                       | 0,2                | 0,2 | 0,2  | 0,2  | 0,3 | 0,2  | 0,3  |
| Stabilizatorius2                       | 0,1                | 0,1 | 0,1  | 0,1  | –   | 0,1  | –    |
| Dispergatorius                         | 0,3                | 0,3 | 0,3  | 0,3  | 0,3 | 0,3  | 0,3  |
| Tirštiklis                             | 0,1                | 0,1 | 0,1  | 0,1  | 0,6 | 0,1  | 0,1  |
| Klampos keitiklis                      | 0,5                | 0,5 | 0,5  | 0,5  | 0,5 | 0,5  | 0,5  |
| Antiputokšlis                          | 0,3                | 0,3 | 0,3  | 0,3  | 0,3 | 0,3  | 0,3  |
| Emulgatorius                           | 1                  | 1   | 1    | 1    | 1   | 1    | 1    |
| Hidrofobizatorius                      | –                  | 2   | –    | 1    | –   | –    | –    |

Dažų sudėčių žymėjimai reiškia: SDB – bazinė (universal) sudėtis; SDH – vandeniui nelaidūs dažai; SDD – dilinimui atsparūs dažai; SDP – plovimui atsparūs dažai; SDG – vandens garams ypač laidūs dažai; SDS – spalvoti dažai; SDE – ekonomiški dažai. Pusjuodžiu šriftu pažymėti komponentų kiekiai, lemiantys tam tikrą dažų specialiąją savybę.

**6 lentelė.** Specialiųjų silikatinų dispersinių dažų savybės

| Rodiklis                                       | Dažų sudėtis žymuo |       |       |       |       |        |       |
|------------------------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
|                                                | SDB                | SDH   | SDD   | SDP   | SDG   | SDS    | SDE   |
| Garų pralaidumas, g/(m <sup>2</sup> ·para)     | 214                | 203   | 220   | 218   | 296   | 225    | 248   |
| Kapiliarinis vandens igėris, kg/m <sup>2</sup> | 1,59               | 0,95  | 1,32  | 1,18  | 2,20  | 2,10   | 2,35  |
| Atsparumas drėgnajam šveitimui, ciklais        | 4800               | 6000  | 6400  | 6800  | 4400  | 4800   | 4200  |
| Atsparumas dilinimui mg/100 aps.               | 29,8               | 29,4  | 15,0  | 18,4  | 28,5  | 29,4   | 31,6  |
| Sukibimo su betonu stipris, MPa                | 2,4                | 2,2   | 2,8   | 2,7   | 1,9   | 2,0    | 1,7   |
| Kreidėjimas, balais                            | 2                  | 2     | 2     | 2     | 4     | 3      | 4     |
| Spalva                                         | Balta              | Balta | Balta | Balta | Balta | Įvairi | Balta |
| Gamybos kaina, Lt (gamintojo duomenys)         | 211                | 241   | 219   | 225   | 178   | 215    | 156   |

Pusjuodžiu šriftu pažymėtas specialiosios dažų savybės rodiklis.



Pramoniniu būdu pagaminti dažai yra stebimi ilgalaikio išlaikymo metu, siekiant nustatyti jų garantinį saugojimo laiką, dažų dangos bandomos natūraliomis sąlygomis.

## Išvados

1. Panaudojant silikatiniuose dispersiniuose dažuose hidrofobinius priedus ir papildomai apdorojant sukietėjusias dangas hidrofobiniais skysčiais, dangų kapiliarinį vandens įgėrį galima sumažinti 2 kartus ir daugiau. Hidrofobizuotų dangų kreidėjimo laipsnis sumažėja dviem balais. Hidrofobizuotos dangos yra 20–25 % atsparesnės drėgnajam šveitimui.
2. Silikatinų dispersinių dažų dangų garų pralaidumas labiausiai mažėja (iki 23 %) virš 7 % padidinus polimerinės dispersijos kiekį. Dangų hidrofobizavimas garų pralaidumui reikšmingos įtakos neturi. Nuo 14 iki 21,5 % padidinus skystojo stiklo kiekį dangų vandens garų pralaidumas mažėja nedaug (iki 12 %).
3. Silikatinų dispersinių dažų dangų stiprumines savybes lemia skystasis stiklas. Jo kiekiui didėjant nuo 14 iki 21,5 %, padidėja dangų atsparumas dilinimui – iki 40 %, sukibimo su pagrindu stipris – iki 65 %, atsparumas drėgnajam šveitimui – 70 %. Modifikuojanti polimerinė dispersija turi kur kas mažesnę įtaką stipruminėms dangų charakteristikoms. Tačiau ji pastebimai (iki 20 %) padidina dangų atsparumą drėgnajam šveitimui. Be to, įdėjus 7 % dispersijos dangų kreidėjimo laipsnis sumažėja vienu balu.
4. Specialiuosius, pasižyminčius viena išskirtinai aukšta dangų savybe (hidrofobiškumą, atsparumą mechaniniams poveikiams, atsparumą plovimui, vandens garų laidumą), dažus galima gauti didinant (mažinant) šią savybę nulemiančio komponento kiekį arba dedant priedus. Įdėjus 2 % hidrofobizatoriaus buvo pagaminti vandeniui mažai laidūs ( $0,95 \text{ kg/m}^2$ ) dažai; iki 31,0 % padidinus skystojo stiklo kiekį – dilinimui atsparūs ( $15,0 \text{ mg/100 aps.}$ ); o iki 8 % padidinus polimerinės dispersijos kiekį – plovimui atsparūs ( $6800 \text{ ciklų}$ ) dažai. Padidinto vandens garų laidumo ( $296 \text{ g/m}^2\cdot\text{para}$ ) dažai gauti iki 27 % sumažinus skystojo stiklo bei iki 4 % polimerinės dispersijos kiekį. Be to, dedant 6 % mineralinio pigmento, gauti spalvoti dažai, o dedant 15 % pigesnio užpildo – ekonomiškai dažai.

## Literatūra

1. Wenda R. // European Coatings Journal. 1987. N 2. P. 134–139.
2. Китайчик Ф. // Лакокрасочные материалы. 2008. № 5. С. 22–28.
3. Weinmann K. // Farbe und Lack. 1986. N 3. P. 361–365.
4. Войтович В. А. // Промышленная окраска. 2004. № 2. С. 8–11.
5. Margraf R., Könnner W. // Farbe und Lack. 1998. N 8. P. 64–75.
6. Daunoravičius M., Bieliūnienė V., Ragauskienė A., Smetonaitė E. // Cheminė technologija. 2009. Nr. 1 (50). P. 6–12.
7. Wagner O. // Farbe und Lack. 1995. N 1. P. 14–17.
8. Daunoravičius M., Bieliūnienė V., Ragauskienė A., Smetonaitė E. // Cheminė technologija. 2008. Nr. 1 (47). P. 36–41.
9. LST EN ISO 7784-2-2006. Dažai ir lakai. Dangų atsparumo dilinimui nustatymas.
10. LST EN ISO 11998:2006. Dažai ir lakai. Dangų atsparumo drėgnajam šveitimui ir valomumo nustatymas.
11. Norvaišienė R., Burlingis A., Stankevičius V. Dažytų tinkuotų pastatų fasadų ilgalaikiškumas, įvertinus rūgščiusius kritulius. Kaunas, 2006.

M. Daunoravičius, V. Bieliūnienė, A. Ragauskienė, E. Smetonaitė

## INVESTIGATION OF SPECIAL SILICATE DISPERSION PAINTS

### Summary

The behaviour of silicate dispersion paint coatings and changes of their mechanical and physical performance depending on the content of key components and hydrophobic additives in the paint formulations were determined. A 2% addition of hydrophobic additives such as aminosiloxan, aminosilan or silicon resin emulsions were found to improve significantly the hydrophobic properties of silicate dispersion paint coatings. Also, treatment of a dry coating surface with a liquid repellent increased the hydrophobic properties of coatings. The abrasion resistance of silicate dispersion coatings to abrasion increases with increasing the content of liquid glass, and their resistance to wet scrub increased with the content of polymer dispersions. However, the content of polymer dispersion more than 7% in the formulation significantly decreased the water vapour permeability of coatings. The content of liquid glass had no significant effect on this feature.

On the basis of the results, there were made special silicate dispersion paints having one pronounced feature such as high water resistance, high mechanical resistance, or good cleanability, especially good water vapour permeability or cost-effectiveness. Also, results of testing the physical and mechanical properties of industrially produced special silicate dispersion paint coatings are presented.