

PRILYDOMŲJŲ MEDŽIAGŲ SUKLIJAVIMO SIŪLIŲ PROBLEMOS

Kęstutis Peleckis

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas**El. paštas: k.peleckis@gmail.com*

Santrauka. Prilydomųjų bituminių polimerinių medžiagų naudojimas ritininiais sutapdintiems stogams įrengti padidino šių stogų ilgaamžiškumą, tačiau, padidėjęs nusiskundimų skaičius dėl naujų stogų iš prilydomųjų medžiagų pratekėjimo byloja apie rimtas problemas dėl tokių stogų siūlių patikimumo. Analizuojant šią problemą, buvo apžvelgta prilydomųjų medžiagų istorija ir jų savybės, išnagrinėtas siūlių formavimosi mechanizmas ir klijavimo technologijos įtaka siūlių eksploatacinėms savybėms – stiprumui, storiui, nepriklijuotų vietų atsiradimui, siūlių pralaidumui. Buvo atlikta pasaulinės literatūros ir praktikos apžvalga. Nustatytos pagrindinės stoginių prilydomųjų medžiagų suklijavimo siūlių problemos. Siūlių kokybei vertinti yra pasiūlyti šie papildomi rodikliai – galutinis siūlės storis, siūlių pralaidumas, nepriklijuotų vietų skaičius. Pateikti pasiūlymai tolimesniems šių rodiklių tyrimams.

Reikšminiai žodžiai: sutapdinti stogai, siūlės pralaidumas, stogų defektai, siūlės storis, juostų klijavimas, prilydomoji medžiaga, stiprumas, patikimumas.

Įvadas

Platus prilydomųjų bituminių polimerinių medžiagų naudojimas ritininiais sutapdintiems stogams įrengti leidžia padidinti tokių stogų naudojimo laiką iki 30 ir daugiau metų, tačiau padidėjęs nusiskundimų skaičius dėl naujų stogų iš prilydomųjų medžiagų pratekėjimo byloja apie rimtas problemas dėl tokių stogų patikimumo.

Kaip žinoma, pagrindinės sutapdintųjų stogų patikimumo užtikrinimo sąlygos yra teisingas projektinis sprendimas, kokybiškų medžiagų naudojimas ir griežtas stogo įrengimo technologijos taikymas.

Dabartiniai Lietuvos Respublikos normatyvai (STR 2.05.02:2001; ST 121895674.03:2005) leidžia įvairius prilydomųjų medžiagų klojimo būdus – ištisas arba taškinis klijavimas prie pagrindo, mechaninis medžiagos tvirtinimas smeigėmis prie pagrindo, laisvas klojimas, po to užpildant balasto sluoksniu. Ritininės dangos sluoksnių skaičius taip pat griežtai neregamentuojamas ir gali būti sumažintas, palyginti su dangomis iš ruberoido, iki dviejų arba net vieno sluoksnio. Sumažinti stogų projektavimo reikalavimai, projektą dažnai rengia rangovinės organizacijos. Visa tai kelia didesnių reikalavimų stogo dangos patikimumui.

Prilydomosios medžiagos gaminamos beveik visose išsivysčiusiose šalyse ir jų panaudojimo apimtys siekia šimtus milijonų m² per metus. Tad galime tik įsivaizduoti, kokie nuostoliai atsiranda pastatų savininkams ir rangovams, dėl siūlių nepatikimumo.

Įvairių mokslininkų atlikti tyrimai leidžia teigti, kad būtent siūlių tarp ritininės medžiagos juostų stiprumas,

vientisumas ir sandarumas užtikrina stogo dangos kokybę ir vandens nepralaidumą. Šiame darbe bus nagrinėjama prilydomųjų medžiagų suklijavimo siūlių problemos, pastebėtos pasaulinėje praktikoje dėl stogų eksploatacijos.

Prilydomųjų medžiagų istorija ir privalumai

Stogo dangos įrengimo būdą, kuris gavo pavadinimą „prilydymo būdas“, kai klijuojami mastika uždedant ją ant ritininių medžiagų paviršių gamybos metu ir pašildoma jas klojant ant stogo, pirmieji pasaulinėje praktikoje pasiūlė Lietuvos mokslininkai 1967 m. (Garalevičius *et al.*).

Kartu buvo pasiūlytos naujo tipo ritininės medžiagos – prilydomosios ir sudaryta jų gamybos technologija. Pirmasis prilydomąsias medžiagas pradėjo gaminti buvęs Gargždų medžiagų kombinatas (dabar „Gargždų Mida“). Laikui bėgant naujas stogų dengimo būdas paplito po visą pasaulį. Šiuo metu tai pagrindinis ritininių stogų įrengimo metodas. Buvo pasiūlyta nemažai įvairių klijuojamojo sluoksnio minkštinimo metodų: pašildymas infraraudonaisiais spinduliais, karštu oru, tiesioginiu kontaktu su karštu metaliniu paviršiumi (lygintuvo metodas), plastifikavimas skiedikliais. Visgi pagrindiniu liko pasiūlytas pradžioje – paviršių pašildymas degiklio liepsna. Naujas dangos įrengimo būdas pareikalavo naujų progresyvesnių medžiagų. Atsirado pastorintos bituminės polimerinės medžiagos. Stogo danga iš dviejų tokių medžiagų sluoksnių pakeičia keturių sluoksnių ruberoido dangą ir eksploatacijos metu tarnauja žymiai geriau. Pagrindinis prilydomųjų dangų privalumas – galimybė atsakyti mastikų, ypač karštų, ruošimo ir tiekimo

ūkio. Pusiausumažėjo darbo sąnaudos, stogo darbai tapo saugesni, ženkliai pagerėjo stogų kokybė. Kita vertus – išaugo stogdengių kvalifikacijai keliami reikalavimai, padidėjo kiekvienos jų klaidos kaina. Ritininių medžiagų storio padidėjimas irgi turi savo minusų – išaugo vieno m² masė. (Zavadskas *et al.* 2008).

Prilydomųjų medžiagų privalumai ir trūkumai:

1. Prilydomosios bituminės medžiagos ir jų įrengimo technologijos tampa vis populiareesnės.
2. Medžiagos, kurios sudaro 5–6 mm storį, įrengiant stogo hidroizoliaciją sukelia naujų problemų – sluoksnio užleidimai, ypatingai tose vietose kur yra „T“ formos siūlių susikirtimai. Čia pasidaro pernelyg didelis stogo dangos storis ir esant mažam stogo nuolydžiui trukdoma laisvam vandens nutekėjimui nuo stogo.
3. Prilydomosios medžiagos vis dažniau tampa pagrindine stogo dangų rūšimi;
4. Mažinant sluoksnių skaičių atsiranda naujų problemų, naujų pratekėjimo vietų, kurių priežastis susijusi su neteisingu juostų išdėstymu (Malcko 2008).

Tyrimo tikslas ir uždaviniai

Darbo tikslas yra prilydomųjų ritininių medžiagų suklijavimo problemų tyrimas. Norint tai išsiaiškinti, reikėjo spręsti šiuos uždavinius:

- pasaulinės literatūros ir praktikos apžvalga;
- prilydomųjų dangų problemų nustatymas ir apibūdinimas.

Pasaulinės literatūros ir praktikos prilydomųjų medžiagų naudojimo srityje apžvalga

Mokslininkai Joel ir Portcher (1987) teigia, kad modifikuotų bitumų membranų pasirinkimas yra pagrįstas specialisto patirtimi ir nuomone. Pasirinkimo procesas yra paremtas pirmiausia subjektyviomis išvadomis, tokiomis kaip gamintojų, rangovų ir specialistų nuomonės, bet objektyviau būtų remtis medžiagų savybėmis ir darbo parametrais. Atlikto tyrimo duomenimis prilydomųjų dangų storis svyruoja nuo 1 iki 8 mm. Nėra standarto apibrėžiančio jų storį. Tyrėjai tvirtina, kad minimalaus storio (dujų privirintų membranų) standartizacija yra labai svarbi.

Rene M. Dupuis (1989) pabrėžia, kad pagrindinė problema dėl įrengimo APP modifikuotų bitumų lakštų yra perkaitinimas.

Tinkamai kaitinamas APP užleidimas turi parodyti mažą tekančią liniją bitumo, bendrai tarp 0,6 iki 1,2 cm. Kaip nustatyta, didelį tekėjimą turinčios užleidimų siūlės (virš 5 cm) yra paprastai perkaitinamos, sunaikinant mem-

branos vientisumą ir išstumiant armavimo pluoštą per visą ruloną. Jei jokio tekėjimo nebuvo pastebėta, užleidimas turi būti zonduojamas. Stogų tikrintojų patirtis rodo, kad APP medžiagos yra nepakankamai kaitinamos rulono viduryje (ir perkaitinamos ties užleidimų kraštais).

Robert J. Booth (1987) atliko UAETc (Europos sąjungos bendro sutarimo standartų departamentas), CGSB (Kanados bendrųjų standartų departamentas) ir MRCA (Centrinės JAV dalies stogdengių asociacija) rekomenduojamų eksploatacijos kriterijų standartų palyginimą. Visuose standartuose sutapo šie kriterijai – atsparumas vandens pralaidumui ir lakšto siūlių stiprumas.

James P. Sheahan ir John E. Johnson (1991) teigia, kad stogo siūlės užima mažiau nei 2 procentus stogo membranos ploto, bet yra atsakingos už 98 procentus pratekėjimų atvejų. Siūlės pertraukiamumas dangos viduryje nėra aiškiai aptinkamas. Jis nėra randamas net jei žiūrima per visą ilgį ar net zonduojama. T-peel testas yra geras siūlės kokybės nustatymo metodas. T-peel testas gerai nustato siūlių vientisumą, bet tai tik maža dalis viso stogo siūlių ir jis neparodo siūlės kokybės šalia ar žemiau esančių.

Koichi Oba ir Manfred N. Partl (1999) akcentuoja, kad siūlės stipris ir jos plotis atlieka svarbiausią vaidmenį eksploatacijoje modifikuoto bitumo membranos stogo sistemoje, kai veikia vėjo apkrovos.

CIB W 83/RILEM TC 166-RMS (2003) (Stogų medžiagų ir sistemų komitetas) nustatė, kad dauguma stogo pratekėjimų atsiranda dėl prasto siūlių sandarinimo atlikimo. Pratekėjimai, kurie atsiranda tik žiemą yra dėl kondensacijos viduje ar žemiau stogo sistemos. Stogo pratekėjimai, kurie atsiranda tik karštomis dienomis žiemą gali būti dėl ledo, sukeliančio vandens pratekėjimą, pvz. virš prastai padarytų siūlių. Pagamintos membranos turi būti tiekiamos į aikštę, lakšto siūlė gali būti silpniausias ryšys. Lakšto siūlės stipris ir valkšnumo atsparumas priklauso nuo sankabumo ir lipnumo charakteristikų rišamosios medžiagos. Siūlės vientisumas vertinamas pagal stiprumą ir valkšnumą testuojant lupimui ir kirpimui. Bet kokiu tuštuma likusi viduje silpnina siūlės sulipimo stiprį ir mažina atsparumą kirpimui. Šio komiteto specialistai naudodami skaitmeninę reitingavimo sistemą nusprendė, kad lakšto siūlės vientisumas yra svarbiausia stogo dangos savybė. Kitos svarbios savybės yra prilipimas prie pagrindo, storis ir vandens pralaidumas.

Walter J. ir kt. (1993) ištyrė 53 polimerinius modifikuoto bitumo stogus. Pagrindinės stogų problemų atsiradimo priežastys yra lūžimas dangos, pūslės, susitraukimas ir siūlių atsiskyrimas. Telkšojimas pasitaikė daugumai stogų. Nuolydis nėra adekvatus virš visų stogo sekcijų. 50 procentų stogų turėjo keletą laipsnių telkšojimą, penki stogai buvo labai užpildyti vandeniu.

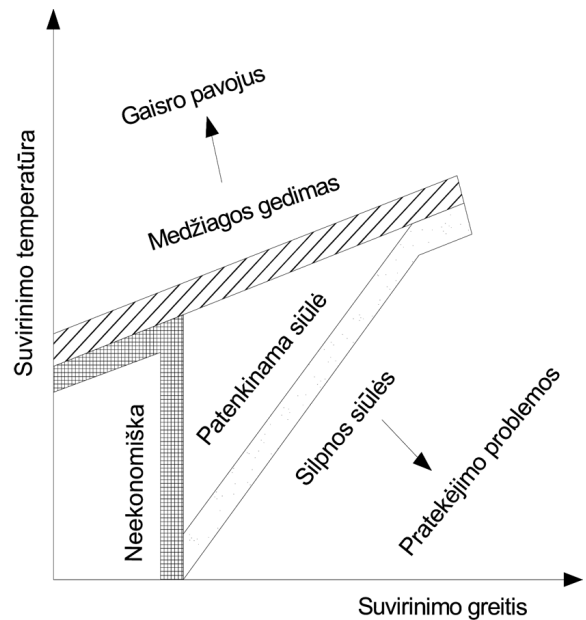
Nacionalinio instituto standartų ir technologijų (NIST) ataskaitoje siūlomi kriterijai, kurie būtų naudojami laikinai, kol bendro sutarimo standartai yra kuriami. Rekomendacijų svarbiems eksploatacijos kriterijams, tokiems kaip atsparumas atmosferai ir siūlių eksploatacijai, nebuvo pasiūlyta, nes nepakako duomenų sudarant šių kriterijų bazę. 1987 metais Baxter aprašė savo patirtį ir parodė, kad daugumos stogų eksploatacija buvo patenkinama ir perspektyvi. Jis surašė stogo problemas: trūkinėjimas, susitraukimas, pūslės, atsiskyrimas membranos siūlių, užleidimo atsiskyrimas ir membranos medžiagos išsiskyrimas. 1989 metais Dupuis rašė apie membranų įrengimo problemas. Pagrindinės problemos buvo susijusios su netinkamu asfalto kaitinimu per lakštų įrengimą ir užleidimų gamybą tarp lakštų. Cullen 1989 m. pateikė sąrašą penkių didžiausių problemų modifikuotuose bitumuose. Pirmą vietą užėmė siūlių defektai, jie sudarė net 36 procentus pastebėtų problemų. Pati svarbiausia problema pagal NRCA Project Pinpoint tyrimo ataskaitos duomenis yra prastas užleidimų tarnavimas. Remiantis lauko stebėjimais, jokių įrodymų nebuvo gauta, kad užleidimai be ištekėjimų buvo atlikti kitaip nei tie, kurie su ištekėjimais.

Koichi Oba, Folke Bjork ir kt. (1996) teigia, kad būtų galima užtikrinti puikią vienasluoksnės vandeniui atsparios sistemos eksploataciją, geros siūlės užleidimuose yra būtinos. Jų atlikti lauko tyrimai parodė, kad nepatenkinamas sulipimas siūlėse yra dažniausiai pasitaikanti problema, sukelianti vandens pratekėjimą. Tyrime buvo reziumuota, kad bituminės stogų medžiagos buvo privirintos su minimalia karšto oro temperatūra, kuri užtikrina siūlės suformavimą ties patenkinamu T-peel stipriu. Praktikoje suvirinimo temperatūra yra nustatoma ties maksimumu ir virinimo greitis kinta dėl klimato sąlygų. Kita vertus, kuo didesnė suvirinimo temperatūra naudojama siūlėms, tuo didesnis gaisro pavojus, taip pat padidėja terminio sugadinimo stogo membranoje rizika. Kai naudojami didesni suvirinimo greičiai, įrengimo kaina sumažėja, bet medžiaga turės mažiau galimybių išgauti gerus sukibimus ir greičiau suvirintos siūlės turės mažesnę stiprį. 1 pav. parodo parametrus, kurie daro įtaką polimerinės modifikuoto stogo membranos suvirinimo kokybei.

Silpnas sulipimas dažnai sukeliamas dėl prasto sandūrų kontakto (dėl oro tuštumų) ir nešvarių paviršių tarp suvirinimų.

Baskaran A. ir kiti (2003) teigia, kad esant įvairioms oro temperatūros sąlygoms, įrengta stogo dangos membrana patiria erdvinius pokyčius, kurie membranos medžiagai sukuria įvairias apkrovas.

Šios apkrovos gali sukelti daug nepageidaujamų padarinių, tokių kaip: membranos atsilupimas nuo parapeto



1 pav. Parametrai darantys įtaką polimerinės modifikuotos stogo membranos suvirinimo kokybei

Fig. 1. Parameters influencing the weldings of polymer-modified bituminous roofing membranes

sienos, siūlės komponentų trūkinėjimas, plyšimas ties tvirtinimo vietomis ir pūslių atsiradimas.

Piermaria Sartori ir Marcello Becuzzi (1999) teigia, kad suvirinimo siūlės kokybė yra vienintelė charakteristika, daranti įtaką kitoms charakteristikoms ir eksploatacinėms savybėms.

Chaize Alain (1985) rašo, kad stori lakštai sumažina stogo dangos senėjimo tempus. Subtiliam kaitinimo procesui, kur ugnis dalinai sulydo rišamąją medžiagą, armavimas užtikrina standumą, o storis užtikrina terminę inerciją. Taigi reikalaujama virinimui naudoti storą lakštą, su neplonesniu kaip 3 milimetrai pagal MRCA (Centrinės JAV dalies stogdengių asociacija) (1984) ir nemažesniu kaip 4 mm pagal DIN (Vokietijos standartų institutas) (1983) rekomendacijas. Tai galėtų įrodyti didesnio storio naudingumą, kuris taptų nepatogus ir sudėtingas valdyti iš vertikaliai pozicijos.

Fajkos Antonin (2007) teigia, kad stogo dangos užleidimų įrengimo technologija turi įtakos galutiniam stipriui. Kai kuriais atvejais tangentiniai įtempimai atsiranda siūlėse – kurie yra vadinami lupimu. Šio tipo įtempimai atsiranda kai mechaniškai yra inkaruojami vandeniui nelaidūs sluoksniai (bitumo lakštai), tiesiogiai pritvirtinant ant užleidimų.

Bituminių lakštų užleidimų matmenys nėra ypatinai apibrėžti Europos standartuose apie membranų nepralaidumą. Kitas informacijos šaltinis apie užleidimus yra „General rules for design and realization of flat roofs and

water-proofing of below grade structures“ (Bendrosios dizaino ir realizacijos plokščiojo stogo ir vandens nelaidumo nuožulniose struktūrose taisyklės, 2007), publikuojamas Čekijos respublikos skardininkų, stogdengių ir dailidžių profesinės sąjungos. Šiame leidinyje galima rasti punktą 4.2.1.2. Pagrindiniai dizaino ir realizacijos vandeniu nelaidžių sluoksnių membranos principai, paragrafas 15: „Minimalūs matmenys vandeniu nelaidžių siūlių bituminių membranų yra 80 mm, plastikinių 40 mm, jei nėra gamintojo rekomendacijų“.

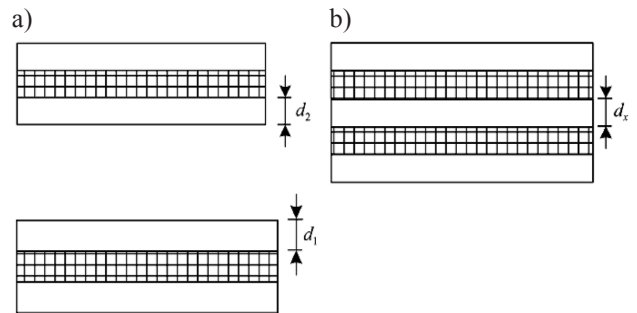
Pagal Fajkos Antonin pristatytus rezultatus, galima teigti:

- užleidimo ilgis įgauna svarbos augant temperatūrai;
- mažesni užleidimai gali būti padaromi modifikuotiems polimeriniams SBS (stireno – butadieno – stireno termoplastinio elastomero pagrindas) lakštams su poliesteriu, su stiklūnu ir stiklūno pluoštu;
- užleidimo ilgis turi didesnę įtaką modifikuotiems polimeriniams APP (ataktinis polipropilenas pagrindas) bitumo lakštams arba oksiduotiems bitumo lakštams nei SBS (stireno – butadieno – stireno termoplastinio elastomero pagrindas).

Sahal Nil ir Ozkan Ertan (2004) nagrinėja prilydomųjų bituminių dangų taikymą rūšiams, kuriuose kaip ir stogui yra svarbus pratekėjimo nebuvimas, membranų storis ir siūlių patikimumas. Dirvos slėgis didėja su gyliu, kas priverčia didinti membranos storį. Ties apačia sienos membranos ruožas atlaiko didžiausią slėgį. Bituminėms membranoms šis poveikis yra dalinai svarbus, nes aukštas gniuždymo slėgis gali taip pat sukelti pratekėjimą per siūles. Įtempimų laipsnis membranoje yra svarbus, nes jis gali paveikti membranos pralaidumą. Storio sumažėjimas gali sukelti didesnį membranos pralaidumą. Įtempimai membranoje gali padidinti kapiliarumą. Įdomu tai, kad įtempimų įtaka membranos pralaidumui buvo pastebėta Rossiter ir Bentz stogo tyrime (1987). 1987 metais jie rekomendavo vandens atsparumo testo atlikimą bituminiams surenkamiems stoginiams membranų bandiniams, po jų buvo pastebėta priklausomybė nuo tempimo įtempimų, jie buvo sukelti pakloto judesių. Tikslas buvo užtikrinti, kad stogo membranos pailgėjimas ties žemomis temperatūromis nesukeltų vandens pralaidumo. Taip pat ateities tyrimais reikia vertinti per užleidimų siūles pritaisytų vandeniu atsparių membranų pralaidumą.

A. Karablikovas (1980) savo disertaciniame darbe ir moksliniuose tyrimuose (2007) įrodo, kad siūlės yra pagrindinė prilydomųjų dangų problema. Jis teigia, kad galutinis suvirintų lakštų siūlės storis turi būti apibrėžtas (2 pav.). A. Karablikovas (2007) yra nustatęs priklausomybę siūlės

atsparumo lupimuisi, jos storio ir nepriklijuoto ploto nuo kaitinimo trukmės. Jis teigia, kad galimybės padidinti ritininės medžiagos juostų suklijavimo stiprumą, prailginant kaitinimo trukmę, yra ribotos ir jų nepakanka. Norint užtikrinti stogo dangų iš prilydomųjų medžiagų patikimumą, siūloma sugriežtinti reikalavimus stogo konstrukcijai (padidinti sluoksnių skaičių, padidinti minimaliai leidžiamus stogo nuolydžius, užtikrinti siūlių persidengimą).



2 pav. Klijuojamų prilydomųjų medžiagų juostų skersinis pjūvis iki susiklijavimo (a) ir susiklijavus (b); d_2 – apatinės juostos dengiamasis bitumo sluoksnis; d_1 – viršutinės juostos dengiamasis bitumo sluoksnis; d_x – siūlės storis (Karablikovas 2007)

Fig. 2. Cross-section of materials before fixing (a) and after fixing (b); d_1 , d_2 – bituminous roofing membranes; d_x – seam

Pasiūlymai prilydomųjų ritininių medžiagų priklijavimo kokybei vertinti

Pagrindinė problema yra nepakankamas ritininių stogų siūlių tarp suklijuotų ritininių medžiagų juostų patikimumas (3 pav.). Ne tik senos statybos, bet ir naujai įrengtuose stoguose atsiranda pratekėjimai, kas sudaro nemažų problemų tiek statybų įmonėms tiek ir pastatų savininkams. Norint parengti pasiūlymus stogų patikimumo didinimui, reikia išnagrinėti esamų stogų defektus ir jų atsiradimo priežastis, nustatyti kokios techninės problemos turi būti sprendžiamos, kad stogų kokybė atitiktų jiems keliamus reikalavimus.



3 pav. Stogo dangos siūlės suirimas

Fig. 3. Roofing membranes seams crackup

Pagrindinis parametras, užtikrinantis stogo dangos vandens nepralaidumą, yra ritininės medžiagos gretutinių juostų kraštų suklijavimo kokybė. Suklijavimo siūlės tarp juostų turi būti sandarios ir reikiamo stiprumo ne tik dengiant stogą, bet ir visą eksploatacijos laikotarpį. Tiek stogą, tiek ir siūles nuolatos veikia atmosferos drėgmė, staigūs temperatūrų pokyčiai, saulės radiacija ir kiti veiksniai, ardantys bituminį dangos sluoksnį. Siūlių išsisluoksniavimo priežastimi tarp stogo dangos suklijuotų juostų gali tapti aerodinaminis vėjo poveikis, ypač pavojingas stoguose, kuriuose ritininės medžiagos juostos mechaniškai tvirtinamos prie pagrindo.

Dengiant stogus iš prilydomųjų ritininių medžiagų, priklijavimo kokybę reiktų vertinti šiais kriterijais: suklijotos siūlės stiprumu, siūlės storiu, siūlės pralaidumu ir nepriklijuotų ruožų skaičiumi.

Siūlės stiprumas nustatomas pagal standartą: EN 12316-1:1999 „Lanksčiosios hidroizoliacinės juostos. 1 dalis. Bituminės hidroizoliacinės juostos. Siūlių atsparumo lupimui nustatymas“.

Siūlės storis gali būti matuojamas pagal A. Karablikovo (2007) sukurtą metodiką. Nepriklijuotų siūlių ruožų nustatymas ir siūlių pralaidumas neregamentuoti.

Nepriklijuotų siūlių ruožų nustatymui kito metodo, kaip vizualinis suklijuotų, o po to išsklaidytų bandinių paviršių apžiūros nėra. Kadangi šis rodiklis itin svarbus suklijavimo siūlės sandarumui, be jo suklijuotų prilydomųjų medžiagų juostų kokybės vertinimas būtų nepakankamai korektiškas. Tad būtų galima pritaikyti tokias grafines vaizdų apdorojimo sistemas, kurios skaičiuotų pikselių spalvų kiekius (nepriklijuoto ploto). A. Karablikovas (1980) savo disertaciniame darbe įrodė, kad nepriklijuotas plotas yra pilkos spalvos ir skiriasi nuo prisiklijavusio tamsaus ploto. Šias sistemas taip pat naudoja chemijoje, medicinoje ir kt.

Siūlių pralaidumą vandeniui galima būtų tirti naudojant standartą LST EN 1928:2001 (LST EN 1928:2003) „Lanksčiosios hidroizoliacinės juostos. Bituminės, plastikinės ir guminės hidroizoliacinės stogų juostos. Nelaidumo vandeniui nustatymas“, bandymą pritaikius siūlėms, o ne neprilydytam lakštui.

Išvados

Įvairių mokslininkų atlikti tyrimai leidžia teigti, kad būtent siūlių tarp ritininės medžiagos juostų stiprumas, vientisumas ir sandarumas užtikrina stogo dangos kokybę ir vandens nepralaidumą. Taip pat svarbus yra galutinis siūlės storis. Būtina kurti naujus metodus tiriant siūlės vientisumą, ir siūlės vandens nepralaidumą. Taip pat svarbu standartizuoti ir apibrėžti, nuolydį, storį, siūlių stiprumą ir pralaidumą. Derėtų iširti siūlių užleidimų matmenis.

Šiame darbe buvo išnagrinėtas siūlių formavimosi mechanizmas ir klijavimo technologijos įtaka siūlių eksploatacinėms savybėms – stiprumui, storiui, nepriklijuotų vietų atsiradimui, siūlių pralaidumui. Dauguma mokslininkų prilydomųjų medžiagų problemas tyrinėja apimdami tik keletą eksploatacijos kriterijų, o visumos problemų niekas nenagrinėjo. Siūlių kokybei vertinti yra siūlomi šie papildomi rodikliai – galutinis siūlės storis, siūlių pralaidumas, nepriklijuotų vietų skaičius. Ištyrus šiuos rodiklius ir nustatčius optimalias jų reikšmes prie nominalių prilydomųjų medžiagų kaitinimo režimų galėtume šiuos rezultatus susieti su stogo nuolydžiu, nes dabar tai nėra apibrėžta.

Literatūra

- Baskaran, A.; Katsman, R.; Sexton, M.; Lei, W. 2003. Investigation of thermally-induced loads in modified bituminous roofing membranes, *NRCA, Construction and Building Materials*, 1–12.
- Baxter, R. P. 1987. Field performance of polymer-modified bituminous roofing membranes, in *Proceedings, 8th NBS/NRCA conference on roofing technology*, NRCA, Rosemont, III, 85–90.
- Booth, R. J. 1987. Evaluation, Testing and Standards for Modified Bitumen, in *The Eighth Conference on Roofing Technology*. NRCA. Gaithersburg, Md., 91–98.
- Chaize, A. 1985. Elastomer SBS modified bitumens: a comparative study of three specific documents, in *The Second International Symposium on Roofing Technology*, NRCA. Gaithersburg, Md., 116–122.
- Craft for tinsmith, roofers and carpenters. 2007. General rules for design and realization of flat roofs and water-proofing of below grade structures. Czech.
- Cullen, W. C. 1989. *Project Pinpoint Analysis: Trends and problems in low-slope roofing 1983–1988*. NRCA, Rosemont, III, 27 p.
- Deutsches Institut für Normung (DIN)*. 1983. Standard project of a prescriptive nature and of conventional standardization. Germany.
- Dupuis, R. M. 1989a. Concerns in the application of modified bitumen, in *Proceedings, 9th NIST/NRCA conference on roofing technology*, NRCA, Rosemont, III, 7–77.
- Dupuis, R. M. 1989b. Concerns in the Application of Modified Bitumen, in *The Ninth Conference on Roofing Technology*, NRCA. Gaithersburg, Md., 73–77.
- Fajkos, A. 2007. Temperature impact on sealed mutual overlap strenght of bitumen sheets on roof structures, *Tecnol. Fortaleza* 28(2): 222–228. Czech.
- Garalevičius, R.; Nočnyj, V., et al. 1972. *Roof – covering welding method*. Authorial licence No. 358488. Soviet Union invention bulletin No. 34.
- Joel, P.; Porcher, Jr. 1987. Advantages, Limitations and Selection of Modified Bitumen, in *The Eighth Conference on Roofing Technology*. NRCA. Gaithersburg, Md., 75–80.
- Joint Committee CIB W 83/RILEM TC 166-RMS: Roofing Materials and Systems. 2003. Condition assessment of roofs, *Materials and Structures* 36: 330–341.

- Karablikovas, A. 1980. *Development of welding roof-covering installation technology between layers by welding method*: Dissertation thesis. Kiev.
- Karablikovas, A. 2007. Research on seams formation between the layers of glued bituminous roofing membranes and analysis of their parameters, *Technological and Economic Development of Economy* 12(2): 134–138.
- LST EN 12316-1:2001 (LST EN 12316-1:2002). Lanksčiosios hidroizoliacinės juostos. 1 dalis. Bituminės hidroizoliacinės stogų juostos. Siūlių atsparumo lupimuisi nustatymas. Vilnius. 7 p.
- LST EN 1928:2001 (LST EN 1928:2003). Lanksčiosios hidroizoliacinės juostos. Bituminės, plastikinės ir guminės hidroizoliacinės stogų juostos. Nelaidumo vandeniui nustatymas. Vilnius. 8 p.
- Malko, V. 2008. *Welded roof-covering quality estimation according to welding conformation in the joint*: Master thesis. Vilnius Gediminas Technihical University, Faculty of Building, Department of Building Technology and management. Vilnius, 1–8.
- MRCA (Midwest Roofing Contractors Association). 1984. Performance Criteria for Modified Bitumens. RSI Magazine. USA.
- Oba, K.; Hean, S.; Björk, F. 1996. Study on seam performance of polymer-modified bituminous roofing membranes using T-peel test and microscopy, *Materials and Structures* 29: 105–115. doi:10.1007/BF02486200
- Oba, K.; Partl, M. N. 1999. Performance of mechanically fastened polymer modified bitumen roof membrane seams subjected to wind uplift, in *The Fourth International Symposium on Roofing Technology*. NRCA. Gaithersburg, Md., 311–318.
- Rossiter, W. J.; Bentz, D. P. 1987. Strain energy of bituminous built-up membranes: a new concept in load-elongation testing, in *Proceedings of 8th conference on roofing technology – applied technology for improving roof performance*. USA: NBS Maryland, 40–45.
- Sahal, N.; Ozkan, E. 2004. Proposed performance-based laboratory test method for measuring vapour and water permeability of waterproofing membranes under hydrostatic pressure, *Construction and Building Materials* 18: 701–713. Turkey. doi:10.1016/j.conbuildmat.2004.03.015
- Sartori, P.; Becuzzi, M. 1999. T-peel test for APP bituminous membrane joints, in *The Fourth International Symposium on Roofing Technology*. NRCA. Gaithersburg, Md., 324–328.
- Sheahan, J. P.; Johnson, J. E. 1991. Nondestructive methods for determining the waterproof integrity of roof membranes and seams, in *Third International Symposium on Roofing Technology*. NRCA. Gaithersburg, Md., 55–62.
- ST 121895674.03:2005. Bendrieji statybos darbai: Statybos taisyklės. Lietuvos statybininkų asociacija. Vilnius, 2005.
- STR 2.05.02:2001 Statinių konstrukcijos. Stogai: techninių reikalavimų statybos reglamentas Nr. 21. Vilnius, 2001.
- Walter, J.; Rossiter, Jr.; Denchfield, R. D. 1993. A Field Study of the Performance of Polymer-Modified Bitumen Roofing, *The 10th Conference on Roofing Technology*. NRCA. Gaithersburg, Md., 48–58.
- Zavadskas, E. K.; Karablikovas, A.; Malinauskas, P.; Mikšta, P.; Nakas, H.; Sakalauskas, R. 2008. *Statybos procesų technologija*. Vilnius: Technika. 576 p.

PROBLEMS OF BITUMINOUS MEMBRANES WELDED SEAMS

K. Peleckis

Abstract

Durability of roofs has been increased by using polymer modified bituminous materials. But increased number of roofs permeability from polymer-modified roofing membranes argue about serious problems in lap joints durability of roofing membranes. By analysing this problem were overlooked the bituminous roofing membranes history and their characteristics. This research analysed the mechanism of seams formation and impact of welding technology on properties of durability and maintenance such as strength, thickness, appearance of not welded places and seams permeability. There was made overlook of worlds literature and experience. Also there were found the basic roofing membranes lap joints welding problems. The main additional parameters for seams evaluation were defined: the final thickness of seams, seams permeability, appearance of not welded places. The solutions were suggested for the further investigations of these parameters.

Keywords: flat roof, seams permeability, roofing/lap joints, seams thickness, stripe gluing, melted material, bituminous seam, strength, durability.