



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Evelina Narušytė

FANERAVIMO KOKYBĖS VERTINIMAS

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Valdas Norvydas

Konsultantas

Lekt. Darius Minelga

KAUNAS, 2017

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

FANERAVIMO KOKYBĖS VERTINIMAS

Baigiamasis magistro projektas

Medienos inžinerija 621J53001

Vadovas

Doc. dr. Valdas Norvydas

Konsultantas

lekt. Darius Minelga

Recenzentas

lekt. Gintaras Keturakis

Projektą atliko

Evelina Narušytė

KAUNAS, 2017



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

(Fakultetas)

Evelina Narušytė

(Studento vardas, pavardė)

Medienos inžinerija (621J53001)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Faneravimo kokybės vertinimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 ____ m. _____ d.

Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Evelinos Narušytės**, baigiamasis projektas tema „Faneravimo kokybės vertinimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

<i>1 pav. Klijavimo režimo veiksmų skirstymas.</i>	17
<i>2 pav. Polichloropreno cheminė struktūra.</i>	18
<i>3 pav. Klijų tipo palyginimo rezultatai.</i>	20
<i>4 pav. Klijų kiekio palyginimo rezultatai.</i>	20
<i>5 pav. Ant lankstaus substrato sanklijos stiprio tyrimas.</i>	21
<i>6 pav. Klijų plėvelės stiprio priklausomybė nuo presavimo slėgio.</i>	22
<i>7 pav. Šlyties įtempių pasiskirstymas.</i>	22
<i>8 pav. Klijuoto junginio šlyties stipris.</i>	23
<i>9 pav. Skirtumas tarp tarfazinių klijų, kurie susiję su įsiskverbimu į medienos ląstelių sienelės ir tarp susidariusių plyšių, papildomo sluoksnio bei skverbimosi į polimerų tinklą.</i>	25
<i>10 pav. Tyrime naudojamų bandinių charakteristikos.</i>	27
<i>11 pav. Tyrimo bandinių svorio kitimas džiovavimo metu.</i>	27
<i>12 pav. Tyrimo bandinių tūrio raida nuodžiūvio metu.</i>	28
<i>13 pav. Adhezijos stipris priklausomybė nuo medienos parametrų.</i>	30
<i>14 pav. Tyrimo rezultatai, bandinių vidutinio paviršiaus šiurkštumo ir šlyties stiprio priklausomybė.</i>	31
<i>15 pav. Vidutinis bandinių sanklijos stipris.</i>	31
<i>16 pav. Tyrime naudojamų bandinių schema, kurie pagaminti pagal standartą ČSN EN 205.</i>	33
<i>17 pav. Klijų sanklijos stipris priklausomai nuo medienos drėgnio ir klijų rūšies.</i>	34
<i>18 pav. Sanklijos stipris priklausomai nuo klijų rūšies ir medienos drėgnio, po 7 dienų laikymo normalioje aplinkoje ir 6 h laikymo verdančiame vandenyje.</i>	34
<i>19 pav. Nuodžiūvio ir išbrinkio defektai drožtinio lukšto paviršiuje: paviršiaus deformacija, įtrūkimai, skilimai.</i>	36
<i>20 pav. Schematinis gero ir blogo drėkinimo pavyzdys.</i>	37
<i>21 pav. Vilgumo kampo bandinių bendras vaizdas.</i>	38
<i>22 pav. Vilgumo kampo kitimas priklausomai nuo modifikavimo temperatūros ir trukmės.</i>	39
<i>23 pav. Iliustruota mechaninė adhezija tarp dviejų medienos paviršių.</i>	40
<i>24 pav. Paviršiaus drėkinamumo įtaka mechaninei adhezijos teorijai. a – pakankamas paviršiaus drėkinimas, b – menkas paviršiaus drėkinimas.</i>	41
<i>25 pav. Trijų tipų paviršiaus nelygumai.</i>	41
<i>26 pav. Veiksniai įtakojantys gamybą ir paviršiaus šiurkštumo vertinimą.</i>	42
<i>27 pav. Paviršiaus šiurkštumo matuoklio SJ-301 bendras vaizdas.</i>	43

28 pav. Parametro Ra geometrinė interpretacija profilogramoje: m – vidurio linija; l – bazinis ilgis.....	44
29 pav. Schema parametro Rz skaičiavimui: l_e – bazinis ilgis; l_m – bendras vertinamas ilgis.....	44
30 pav. Tyrime naudoto bandinio schema.	45
31 pav. Principinė šlyties stiprio tyrimo schema.	46
32 pav. Bandinių suirtis medienos atžvilgiu.....	47
33 pav. Medienos paviršiaus šiurkštumo įtaka sanklijos stipriui.....	48
34 pav. Vilgumo kampo nustatymo įrangos principinė schema.....	52
35 pav. Kameros užfiksuoto lašo vaizdo ir vilgumo kampo nustatymas programa „Motic image plus“ pavyzdys.....	52
36 pav. Bandymo (A) ir bandinio (B) schema: 1 – rutulio formos puansonas; 2 – Medienos lukštas arba HPL laminatas; 3 – bandinio laikikliai; 4 – medienos drožlių plokštė; 5 – bandinio stovas....	53
37 pav. Principinė šlyties tyrimo schema.....	54
38 pav. Tiriamų medienos rūšių drėgnio pasiskirstymas.....	56
39 pav. Ažuolo medienos lukšto drėkinamumas.....	58
40 pav. Tyrime naudojamų medžiagų vilgumas, naudojant vandenį.	58
41 pav. Klevo medienos lukšto vilgumas.....	59
42 pav. Riešuto medienos lukšto vilgumas.	59
43 pav. HPL laminato vilgumas.....	60
44 pav. Medienos drožlių plokštės vilgumas.....	60
45 pav. Klevo medienos lukšto klijavimo defektai po 0 min.atviro išlaikymo trukmės.....	61
46 pav. Tiriamų medžiagų įtaka klijų sanklijos stipriui.....	62
47 pav. Tyrime naudojamų faneravimo medžiagų drėkinamumas.....	63
48 pav. PChP klijų sanklijos stiprio priklausomybė nuo atviro išlaikymo trukmės (0, 10, 15 ir 30 min.).....	64
49 pav. Bandinių suirtis medienos atžvilgiu.....	65
50 pav. PChP klijų sanklijos stiprio priklausomybė nuo atviro išlaikymo trukmės (1, 3 ir 5 min.).	67
51 pav. Bandinių suirtis medienos atžvilgiu.....	67
52 pav. PChP klijuojamo klevo lukšto defektai, po klijų plėvelės pakaitinimo pramoniniu fenu.	69
53 pav. PChP klijų ir PVAc dispersijos sanklijos stiprio palyginimas, kai klijuojama rankiniu būdu.	69
54 pav. PChP klijų ir PVAc dispersijos palyginimas, kai PVAc bandiniai klijuojami prese, esant 65°C temperatūrai.	70
55 pav. Sanklijos stiprio priklausomybė nuo klijų rūšies ir klijavimo režimo.	71

56 pav. PChP klijų formuojamos plėvelės stiprio priklausomybė nuo atviro išlaikymo trukmės.....	72
57 pav. PChP klijais formuotos sanklijos stiprio priklausomybė nuo medienos rūšies.....	72
58 pav. Tiriamų medžiagų paviršiaus šiurkštumas.	73
59 pav. PChP klijų sanklijos stiprio priklausomybė nuo medienos lukšto paviršiaus šiurkštumo (klevas – 7,8 μm , ąžuolas – 11,1 μm , riešutas – 11,1 μm): A – klijų sanklijos stipris; B – suirtis medienos atžvilgiu.	74
60 pav. PChP klijų sanklijos stiprio priklausomybė nuo klevo lukšto paviršiaus šiurkštumo: A – klijų sanklijos stipris; B – suirtis medienos atžvilgiu.	75

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Medienos pramonėje naudojamų klijų klasifikacija pagal žaliavas.	15
2 lentelė. Medienos pramonėje naudojamų klijų klasifikacija.	15
3 lentelė. Medienos klijavimui naudojamų klijų adhezinės savybės.	16
4 lentelė. Medienos klijų, kaučiuko pagrindu, savybės.	19
5 lentelė. Veiksniai, darantys įtaką šlyties atsparumui.	23
6 lentelė. Medienos pavyzdžiai, kurie gali būti sunkiai klijuojami.	29
7 lentelė. Tyrime naudojamų klijų savybės.	33
8 lentelė. Lukšto defektai atsirandantys klijavimo metu.	35
9 lentelė. Vilgumo kampo ir vilgumo laipsnio ryšys.	38
10 lentelė. Bandinių klasifikavimas pagal paviršiaus šiurkštumą.	46
11 lentelė. Sanklijos stiprio rezultatai pagal medienos rūšis ir paviršiaus šiurkštumą.	47
12 lentelė. Polichloropreninių klijų KLEIBERIT C 114/5 techniniai duomenys.	50
13 lentelė. Drožtinio medienos lukšto savybės: drėgnis ir tankis.	50
14 lentelė. HPL laminato techniniai duomenys.	51
15 lentelė. Tyrime naudojamo medienos lukšto drėgnis.	56
16 lentelė. Faneravimo medžiagų vilgumas, naudojant PChP klijus, PVAc dispersiją ir vandenį. ...	57
17 lentelė. Tiriamų medienos rūšių tankio savybės.	62
18 lentelė. Atviro išlaikymo trukmės (0, 10, 15 ir 30 min.) tyrimo rezultatai: vidutinis sanklijos stipris.	64
19 lentelė. Atviro išlaikymo trukmės (1, 3 ir 5 min.) tyrimo rezultatai: vidutinis sanklijos stipris.	66
20 lentelė. Tiriamų medžiagų paviršiaus šiurkštumo parametrai.	73
21 lentelė. Klevo medienos lukšto paviršiaus šiurkštumo parametrai.	75

Narušytė, Evelina. *Faneravimo kokybės vertinimas*. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Valdas Norvydas; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Mokslų kryptis ir sritis: Technologija, Medienos inžinerija.

Reikšminiai žodžiai: *polichloroprenas, lukštas, kokybė, faneravimas, mediena, klijai*.

Kaunas, 2017. 81 p.

SANTRAUKA

Šiame magistriniame darbe aprašyti faneravimo kokybės vertinimo tyrimai, kai medienos drožtinis lukštas klijuojamas polichloropreniniais (PChP) klijais KLEIBERIT C114/5. Pateikta literatūros apžvalga, kurioje aprašoma polichloropreninių klijų struktūra ir savybės. Taip pat aprašyti polichloropreninių klijų adhezijos stiprio nustatymo būdai, klijavimo metu vykstantys procesai ir veiksniai įtakojantys sanklijos stiprį. Apžvelgus kitų tyrėjų, ne tik teoriškai pagrįstus, bet ir praktiškai patikrintus tyrimo metodus, parengta darbo metodika, įranga ir medžiagos, kurios aprašytos metodologinėje dalyje.

Veikiančioje baldų gamybos įmonėje, klijuojant medienos drožtinį lukštą su polichloropreniniais klijais KLEIBERIT C114/5, dažnai atsiranda lukšto klijavimo defektų: išsipūtusios pūslės tarp ankstyvosios ir vėlyvosios medienos bei išsisluoksniavimai. Todėl, aktualu ištirti veiksnius, kurie daro įtaką lukšto defektų atsiradimui. Siekiant ištirti defektų atsiradimo priežastis po klijavimo, atlikti tokie pirminiai tyrimai, kaip medienos drėgno ir vilgumo kampo nustatymas. Ištirta atviro klijų išlaikymo trukmės ir medienos rūšies įtaka PChP klijų sanklijos stipriui. Taip pat PChP klijų sanklijos stipris lyginamas su PVAc klijų sanklijos stipriui. Nustatytas PChP klijų formuojamos sanklijos stipris ir ištirta medienos paviršiaus šiurkštumo įtaka PChP klijų sanklijos stipriui.

Pagrindiniai tyrimai atlikti ir bandiniai klijuojami remiantis klijų gamintojo rekomendacijomis. Atlikus tyrimus ir gavus tam tikras rezultatų skaitines reikšmes, jos apdorotos statistiškai. Apskaičiuoti svarbiausi matematiniai statistiniai rodikliai: aritmetinis vidurkis, vidutinis standartinis nuokypis bei variacijos koeficientas. Tokiu būdu rezultatų skaitinės reikšmės paruoštos analizei bei išvadų formulavimui.

Pasirinkti tyrimai atlikti pagrįste tam, kad nustatyti klevo medienos defektų atsiradimo priežastis, klijuojant su PChP klijais. Nustatyta, kad PChP klijų sanklijos stipriui įtakos turi atviras klijų išlaikymas, klijavimui naudojamas slėgis ir klijuojamų medžiagų struktūra. Medienos drožtinio lukšto bei HPL klijavimui rekomenduojama naudoti mažiausiai 0,5 MPa klijavimo slėgį. Vienas iš pagrindinių veiksnių lemiančių sanklijos stiprumą ir defektų atsiradimo

priežastis po suklijavimo yra klijuojamų medžiagų paviršiaus savybės. Pašlifavus klevo medienos lukšto paviršių P60 grūdėtumo popieriumi, paviršiaus šiurkštumas padidėjo 37 %, o pašiukštinus P80 grūdėtumo popieriumi – 45 %, lyginant su kontroliniais klevo lukšto bandiniais. Po šio pašiurkštinimo bandinių suirtis medienos atžvilgiu viršijo 80 %. Todėl rekomenduojama, gamyboje klijuojant klevo medienos lukštą, jo paviršių prieš klijų užtepimą pašiurkštinti P80 grūdėtumo abrazyviniu popieriumi.

Atliekant šį darbą buvo remiamasi įvairiais literatūros šaltiniais: moksliniais straipsniais, knygomis, paskaitų konspektais, metodiniais nurodymais, standartais bei internetiniuose puslapiuose pateikta medžiaga. Darbo pabaigoje pateikiamos išvados, atspindinčios, kaip gauti rezultatai tenkina išsikeltus darbo uždavinius bei pagrindinį darbo tikslą, taip pat pateikiami pasiūlymai ir rekomendacijos, kaip pagerinti klevo medienos faneravimo, PChP klijais, kokybę.

Pagrindinis šio darbo tikslas – ištirti faneravimo defektų atsiradimo priežastis ir pasiūlyti būdus jų išvengti. Apžvelgus mokslininkų atliktus tyrimus, suformuluoti tiriamojo darbo uždaviniai, nustatyti:

1. Tiriamų medienos rūšių savybes: drėgnį ir vilgumo kampą;
2. Medienos rūšies įtaką PChP klijų sanklijos stipriui;
3. Atviro išlaikymo trukmės įtaką sanklijos stipriui;
4. PChP klijų ir PVAc klijų įtaką sanklijos stipriui;
5. PChP klijų formuojamos sanklijos stiprį;
6. Medienos paviršiaus šiurkštumo įtaką PChP klijų sanklijos stipriui.

Narušytė, Evelina. *Veneer Quality Assessment*. Master's thesis in Wood Engineering / supervisor assoc. doc. dr. Valdas Norvydas. The Faculty of Mechanical Engineering and Design.

Research area and field: Technology, Wood Engineering.

Key words: *Polychloroprene, Veneer, Quality, veneering, Wood, Adhesive*.

Kaunas, 2017. 81 p.

SUMMARY

The present Master's Thesis describes the veneer quality assessment tests when sawn wood sheets are glued with a polychloroprene (PChP) glue KLEIBERIT C114/5. The review of literature presents description of the structure and properties of polychloroprene glue and also describes the methods of determination of the polychloroprene glue adhesion strength, the processes observed during the gluing process and the factors that influence the bonding strength. The overview of study methods validated theoretically and verified in practice by other researchers resulted in the development of the methodology, equipment and materials of the present thesis, which are presented in the methodological part.

When gluing sawn wood sheets with the polychloroprene glue KLEIBERIT C114/5 in a furniture manufacturing enterprise, the following sheet bonding defects are observed: bloating between the early and late wood layers and delaminations. Therefore, it is necessary to examine the factors which cause such defects. The causes of emergence of defects after the gluing process were examined by performing such primary tests as determination of the humidity and the wettability angle of the wood, open glue retention time and effect of the type of wood on the bonding strength of the PChP glue. The bonding strength of the PChP glue was also compared with the bonding strength of the PVAc glue. This resulted in the determination of the bonding strength of the PChP glue and examination of the influence of the wood surface roughness on the bonding strength of the PChP glue.

The main tests were performed and the samples were glued in accordance with the manufacturer's recommendations. The tests performed and certain numerical cell values obtained were processed statistically. The following principal mathematical statistical indicators were calculated: arithmetical average, average standard tolerance and variation coefficient. Thus, the resulting numerical cell values were prepared for analysis and formulation of conclusions.

The tests were chosen for the purposes of establishing the reasons of emergence of defects when gluing maple wood with the PChP glue. It was established that the bonding strength of the PChP glue is influenced by the open retention time of the glue, the bonding pressure and the structure of the bonding material. According to the recommendations, the gluing of the sawn wood

sheet and HPL should be performed under the bonding pressure of at least 0.5 Mpa. The properties of the surface of the bonded materials are one of the main indicators, which determine the bonding strength and the reasons of emergence of defects after bonding. After the sanding of the maple wood surface with a P60-type abrasive paper, the surface roughness increased by 37 %, and after the sanding with a P80-type abrasive paper – by 45 %, when compared with the control maple wood samples. Although the bonding strength decreased respectively by 9 and 6 %, the fragmentation of the wood exceeded 80 %. This result shows the reasons of emergence of defects of the maple wood after the gluing. Therefore, when gluing maple wood sheets, it is recommended to sand the surface before placing a layer of glue with a P80-type abrasive paper, and to place the layer of the glue after the removal of dust, and in order to ensure the proper bonding, to apply the bonding pressure of at least 0.5 MPa.

The present Thesis was developed on the basis of the study of a number of various sources of literature: scientific articles, books, lecture material, methodological instructions, standards and online material. The conclusions presented at the end of the Thesis demonstrate how the results satisfy the objectives and the main goal, and also provide suggestions and recommendations on the improvement of the quality of veneering of maple wood with the PChP glue.

TURINYS

ĮVADAS.....	14
1. LITERATŪROS APŽVALGA	15
1.1. Medienos klijų klasifikacija.....	15
1.2. Polichloropreniniai klijai	17
1.2.1 Polichloropreninių klijų savybės	18
1.2.2 Polichloropreninių klijų adhezijos stiprumo nustatymas.....	21
1.3 Klijavimo metu vykstantys procesai.....	23
1.4 Veiksniai įtakoiantys sanklijos stiprumą	26
1.4.1 Drėgmės kiekio medienoje įtaka sanklijos stiprumui	26
1.4.2 Medienos rūšies įtaka sanklijos stiprumui	28
1.5 Medienos drožtinio lukšto drėgnio įtaka klijavimo procesui	32
1.6 Medienos lukšto klijavimo defektai	35
1.7 Klijų vilgumo kampo nustatymas	37
1.8 Mechaninės adhezijos teorija.....	40
1.6 Tiriamojo darbo uždaviniai	49
2. TYRIMŲ METODIKA	50
2.1 Tyrimams naudotos medžiagos	50
2.2 Bandinių paruošimas, naudojama įranga ir tyrimų metodika.....	51
2.3 Tyrimo rezultatų skaičiavimas.....	54
3. TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS.....	56
3.1 Medienos drožtinio lukšto drėgnio nustatymas	56
3.2 Vilgumo kampo nustatymas	57
3.3 PChP klijų sanklijos stiprio priklausomybė nuo medienos rūšies.....	61
3.4 Atviro klijų išlaikymo trukmės (0, 10, 15 ir 30 min.) įtaka PChP klijų sanklijos stipriui.....	64
3.5 Atvirojo išlaikymo trukmės (1, 3 ir 5 min.) įtaką PChP klijų sanklijos stipriui.....	66
3.6 PChP klijų ir PVAc dispersijos sanklijos stiprių palyginimo tyrimas.....	69
3.7 PChP klijų formuojamos sanklijos stiprio tyrimas	71

3.8 PChP klijų sanklijos stiprio priklausomybė nuo medienos lukšto paviršiaus šiurkštumo	73
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	76
LITERATŪRA	77
PRIEDAI	82

ĮVADAS

Medienos klėjai suvaidino svarbų vaidmenį vystantis bei augant miško produktų pramonei ir yra pagrindinis veiksnys leidžiantis tinkamai panaudoti šio amžiaus medienos išteklius. Kiekviename gamybos procese yra sutinkama tokia veikla, kaip medžiagų klėjavimas. Klėjai naudojami ne tik medinių konstrukcijų sujungimui, bet ir baldų apdailai – drožtinio lukšto klėjavimui. Klėjavimas yra labai svarbus procesas, nes nuo suklijuotų medžiagų gamyboje priklauso gaminio kokybė, tvirtumas ir ilgaamžiškumas.

Klėjavimas – tai sudėtingas procesas, kurio efektyvumą lemia daugelis faktorių: drėgmė, aplinkos ir klėjuojamų paviršių temperatūra, cheminė sudėtis, slėgis, naudojami įrengimai. Kad klėjavimas būtų efektyvus, klėjuojamų medžiagų paviršiai turi būti švarūs, be dulkių, pažeidimų bei nuriebalinti.

Medienos medžiagų įvairovė ir nuolatinis naujų klėjų, technologijų ir medžiagų tobulinimas, užtikrino greitai besiplečiančius gamybinius procesus. Daugiau nei šimtą metų vienintelės žinotos ir ribotai naudotos medienos plokštės buvo lukštas ir klėjauta fanera. Drožlių ir plaušų plokštės tapo kokybiškomis naujomis medžiagomis, atnešusiomis į medienos pramonę labai daug naujų ir reikšmingų technologinių permainų. Kartu su jomis į šią pramonę įsiveržė didžioji chemija – sintetiniai klėjai. Dažniausiai medienos lukšto klėjavimui naudojami polivinilacetatiniai ir formaldehidiniai klėjai. Tačiau, modernizuojant baldų konstrukcijas, lukšto klėjavimui pradėti naudoti polichloropreniniai klėjai (PChP). Šie klėjai dažnai naudojami klėjaujant medienos lukštą rankiniu būdu, kadangi nereikia didelio klėjavimo slėgio. PChP klėjų didžiausias privalumas yra tai, kad tolimesnis klėjūtų detalių apdirbimas galimas iškart po suklijavimo, kadangi sukibimas yra momentinis. Klėjai pasižymi geru atsparumu alifatiniams angliavandeniliams, alkoholiui, vandeniui, praskiestiems šarmams, neoksiduojančioms rūgštims, geras atsparumas aukštai temperatūrai (iki 80°C). Pats svarbiausias PChP klėjų bruožas, naudojant juos baldų gamyboje, lukšto klėjavimui yra geras atsparumas cheminėms medžiagoms.

PChP klėjai magistrinio darbo tyrimui pasirinkti, norint ištirti veikiančioje įmonėje naudojamą klėjavimo technologiją, kai klėjai tepami rankiniu būdu, spaudžiant klėjuojamą detalę minimaliu slėgiu. Baldų gamybos įmonėje, klėjaujant medienos drožtinį lukštą su polichloropreniais klėjais KLEIBERIT C114/5, dažnai atsiranda lukšto klėjavimo defektų: išsipūtusios pūslės tarp ankstyvosios ir vėlyvosios medienos, išsisluoksniavimai. Todėl, aktualu ištirti veiksnius, kurie veikia lukšto defektų atsiradimo priežastis. Darbo tikslas – ištirti faneravimo defektų atsiradimo priežastis ir nustatyti būdus jų išvengti.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Medienos klijų klasifikacija

Klijais vadinamos medžiagos, kurios tam tikromis sąlygomis sujungia paviršius, sudarydamos tarp jų kietus sluoksnius. Klijuotinių medienos gaminių gamyboje gali būti naudojama daugybė klijų rūšių. Bendros, visa apimančios medienos klijų klasifikacijos nėra. Todėl, priimtinausia klijus klasifikuoti pagal žaliavas, kurių pagrindu jie yra gaminami. [1]

1 lentelė. Medienos pramonėje naudojamų klijų klasifikacija pagal žaliavas.

Gyvulinės kilmės baltymų klijai	Augalinės kilmės baltymų klijai	Sintetiniai klijai
Gliutininiai (kolageniniai) klijai. <ol style="list-style-type: none"> Kaišenių klijai; Kaulų klijai; Žuvų klijai. 	Augalinių baltymų klijai. Krakmolo klijai. Sakų klijai. Celiuliozės eterių klijai.	Termoreaktyviųjų dervų klijai. <ol style="list-style-type: none"> Karbamido formaldehidiniai klijai; Fenolio formaldehidiniai klijai; Melamino formaldehidiniai klijai Rezoreino formaldehidiniai klijai.
Kazeininiai klijai. <ol style="list-style-type: none"> Grįžtamieji klijai; Negrįžtamieji klijai. 		Termoplastinių dervų klijai. <ol style="list-style-type: none"> Kaučiuko tirpalai; Kaučiuko dispersijos.
Albumininiai klijai. <ol style="list-style-type: none"> Albumino klijai; Kraujo klijai. 		Universalieji klijai. <ol style="list-style-type: none"> Epoksidinių dervų klijai; Poliuretaniniai klijai; Izocianatiniai klijai.

Dažniausiai medienos apdirbimo pramonėje naudojami polivinilacetatinės dispersijos klijai. Jomis klijuojami masyvios medienos tašeliai, prie skydų klijuojami dekoratyviniai plastikai ir medienos lukštas. Polivinilacetatinės dispersijos klijai naudojami ir baldų konstrukcijų surinkimui, klijuojami dyginiai junginiai. Tačiau, šie klijai priskiriami nekonstrukcinių klijų grupei, todėl jais negali būti klijuojami gaminiai patiriantys dideles ilgalaikias apkrovas.

Klijai gali būti klasifikuojami ne tik pagal žaliavas, kurių pagrindu jie yra gaminami, bet ir pagal kitus požymius: gavimo būdą, atsparumą šilumai ir kt. (2 lentelė). [2]

2 lentelė. Medienos pramonėje naudojamų klijų klasifikacija.

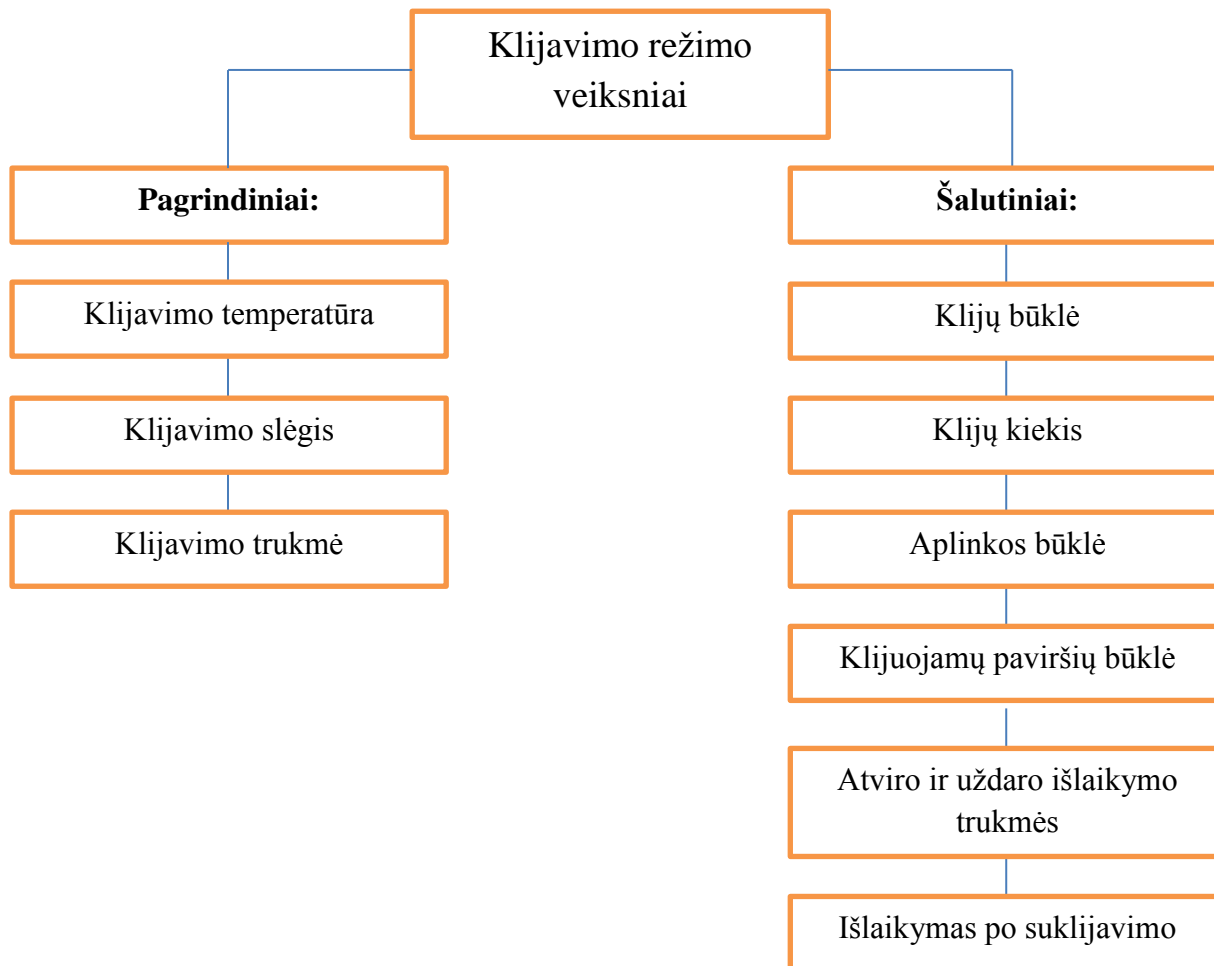
APRAŠYMAS	
Pagal gavimo būdą (tik sintetiniai klijai)	<u>Polikondensaciniai</u> . Kai dėl dviejų ar daugiau komponentų reakcijos gaunama nauja stambiamolekulė medžiaga ir mažo molekulinio svorio produktai. <u>Polimerizaciniai</u> . Kurie gaunami polimerizacijos reakcijose, kai monomeras palaipsniui virsta į didelio klampio oligomera, o po to dėl molekulių padidėjimo ir struktūros pakitimo – į polimerą.
Pagal atsparumą šilumai	<u>Termoreaktyvieji</u> . Kurie veikiami temperatūros negrįžtamai sukietėja. <u>Termoplastiniai</u> . Veikiami temperatūros lydosi ir būna skysti, o šaldami vėl kietėja.
Pagal atsparumą drėgmei	<u>Neatsparūs, vidutiniškai atsparūs ir labai atsparūs</u> . Tokiais klijais klijuoti gaminiai eksploatuojami atitinkamai vidinėse patalpose, išorinėse patalpose, apsaugotose nuo tiesioginio atmosferos poveikio bei eksploatuojami atmosferos sąlygomis.
Pagal išorinį vaizdą	Skysti, pastos pavidalo, plėvelės, miltelių, granuliu pavidalo arba kietos masės pavidalo.

Medienos klėjai iš esmės yra klasifikuojami į sintetinius arba gamtinius. Sintetiniai klėjai sudaryti iš oligomerų arba polimerų, kurie gaunami iš naftos sintetinių žaliavų. Klėjai, sudaryti iš oligomerų, gali būti naudojami tiesiogiai, be papildomų komponentų, tačiau jie turi būti skysto pavidalo. Klėjai, sudaryti iš sintetinių polimerų, naudojami su tirpikliu, dažniausiai tai yra vanduo. Termoplastiniai klėjai yra polimerai, kurie suminkštėja veikiami šilumos, o sukietinami aušinant juos iki kambario temperatūros. Šie polimerai dažniausiai yra tirpūs vandenyje, todėl išgaravus vandeniui klėjai sukietėja. Dažniausiai medienos klėjavimui naudojami termoplastiniai klėjai yra polivinilacetatinė dispersija (PVAc). [3]

3 lentelė. Medienos klėjavimui naudojamų klėjų adhezinės savybės.

Tipas	Forma ir spalva	Parengimas ir taikymas	Adhezinės savybės	Įprastas naudojimas
PVAc dervų dispersija	Skysto pavidalo; Baltos, rusvos arba geltonos spalvos; Klėjavimo linija bespalvė.	Klėjai taikomi tiesiogiai, be papildomų komponentų; Klėjuojama kambario temperatūroje.	Geros adhezinės savybės; Mažas atsparumas drėgmei ir aukštesnei temperatūrai.	Baldų konstrukcijų surinkimui; Durų konstrukcijų klėjavimui; Laminatų klėjavimui ir kt.
Kontaktiniai klėjai	Klampus skystis, dažniausiai neopreno (polichloropreno) arba stireno butadeno pagrindo; Rudos, geltonos spalvos.	Momentinis klėjavimas; Tolygiai, vienodu sluoksniu užtepami klėjai ant abiejų klėjujamų paviršių, džiovinama kol išgaruoja skiediklis. Kai skiediklis išgaruoja, klėjujamos detalės sudedamos tiksliai, nes sukibimas momentinis. Klėjavimo metu, detalių suspaudimo jėga turi būti kiek įmanoma didesnė.	Tolimesnis klėjutų detalių apdirbimas galimas iškart po suklijavimo, tačiau galutinis adhezijos stiprumas pasiekiamas po 3 dienų. Adhezijos stiprumas daug mažesnis nei tradicinių medienos klėjų.	Gamyklinis laminavimas; Medienos, popieriaus, metalo ir plastiko lakštų klėjavimas; Mažas atsparumas vandeniui ir drėgnai aplinkai.
Epoksidinė derva	Dviejų komponentų klėjai, naudojamas kietiklis; Gintaro spalvos; Klėjavimo linijos bespalvės.	Derva ir kietiklis maišomas prieš klėjavimą; Mažas gyvybingumo laikas; Geriausia naudoti kambario arba aukštesnėje temperatūroje.	Geros adhezinės savybės; Geras atsparumas vandeniui ir aplinkos drėgmei; Galimas atsisluoksniavimas po pakartotino drėkinimo ir džiovinimo.	Naudojami faneros ir medienos lukšto klėjavimui, medinių laivų korpusų surinkimui, sluoksniuotų medienos sijų klėjavimui ir kt.

Norint gauti geros kokybės gaminį, neužtenka vien mokėti parinkti tinkamus klėjus ar išanalizuoti jų veikimo principus. Reikia mokėti tinkamai atlikti klėjavimo procesą: įvertinti ir parinkti klėjavimo režimą. Klėjavimo režimo veiksniai skirstomi į pagrindinius ir šalutinius (1 pav.). [4] Pagrindiniai klėjavimo režimo veiksniai atspindi klėjavimo ir pačių klėjų technologinius aspektus. Kokybiška sanklija gaunama, kai klėjavimo temperatūra, slėgis ir klėjavimo trukmė yra naudojama pagal klėjų technologinius duomenis. Nors klėjų būklė ir kiekis yra šalutiniai klėjavimo režimo veiksniai, tačiau jie yra taip pat labai svarbūs norint gauti kokybišką sankliją. Jei klėjai bus per daug klampūs dėl garantinio laiko pabaigos, jie sunkiai tepsis bei gali prarasti savo klėjujamąsias savybes.



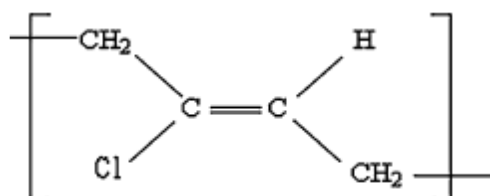
1 pav. Klijavimo režimo veiksnių skirstymas.

Taigi, kokybiškai ir patikimai suklijuojamas gaminys tik tada, kai visi veiksniai atitinka standartiškai ar eksperimentiškai nustatytus technologinius parametrus. Šalutiniams veiksniams yra leidžiamas minimalus nukrypimas nuo ribinių reikšmių, tačiau pagrindiniai klijavimo režimo veiksniai privalo kuo tiksliau atitikti technologinius reikalavimus.

1.2. Polichloropreniniai klijai

Natūralus kaučiukas yra žinomas ir klijų gamybai naudojamas dėl savo išskirtinių savybių: gebėjimo kristalizuotis dėl tempimo. Tačiau, klijavimui naudojant vien tik natūralų kaučiuką, be papildomų tvirtumo suteikiančių medžiagų, negaunama reikiama adhezija ir klijuoto gaminio tvirtumas. Todėl, natūralus kaučiukas yra maišomas su kitomis medžiagomis: alifatiniais ir aromatiniais angliavandeniais, politerpenais ir kanifolijos dervomis. Taip pagerinant natūralaus kaučiuko klijų įsigėrimą į klijuojamas detales, klijavimas tampa greitesnis ir veiksmingesnis.

Polichloropreniniai klijai yra gaunami laisvųjų radikalų emulsiją polimerizuojant su 2-chloro-1, 3-butadeno monomerais. Monomeras yra gaunamas iš abiejų vandelinilio chloridų be monovinilo acetileno arba garų fazėje, 290 – 300°C temperatūroje, chlorinamo butadeno. Polichloroprenas yra vertinamas dėl savo gero stiprumo, atsparumo liepsnai, pasipriešinimo deguonies ir ozono degradacijai. [5]



2 pav. Polichloropreno cheminė struktūra.

Naudojant polichloropreną yra gaminami kontaktiniai klijai, kurie naudojami įvairių medžiagų klijavimui tarpusavyje ar skirtingų medžiagų klijavimui: medienos, metalo, mineralinių medžiagų. Dažniausiai polichloropreniniai klijai yra naudojami batų pramonėje, tačiau dažnai naudojami ir baldų gamyboje klijuoti HPL laminatui, CPL laminatui, medienos lukštui. Taip pat su polichloropreniniais klijais galima klijuoti metalus (galvanizuotąjį plieną, aliuminį, varį, žalvarį) ir mineralines medžiagas (stiklą, keramiką). Polichloropreniniai klijai neklįuoja polistireno pagrindo medžiagų.

1.2.1 Polichloropreninių klijų savybės

Parametrai suteikiantys klijams platų savybių spektrą yra skirtinga polimerų struktūra, molekuliniai parametrai, kristalizacijos norma, šilumos plastiškumas. Polichloroprenas yra plačiai naudojamas kaip slėgiui jautrių klijų pagrindu, todėl svarbu žinoti polichloropreno ir jo mišinio fizines savybes. Polichloroprenas yra gerai žinomas dėl savo išskirtinių savybių, tokių kaip atsparumas cheminėms medžiagoms, mažas dujų pralaidumas, geresnis sukibimas su šlapia danga, gera adhezija su įvairiomis medžiagomis. [6]

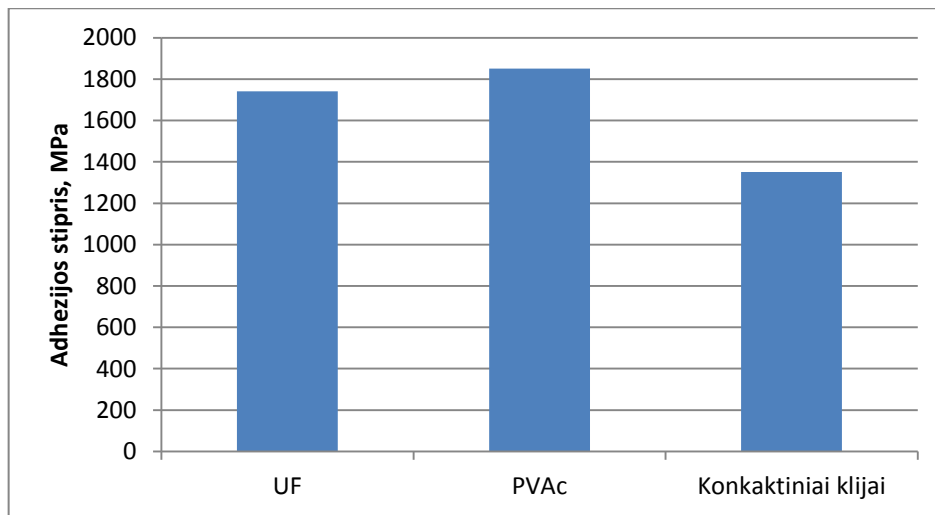
Imran Khan ir B. T. Poh (2011) savo straipsnyje aptaria polichloropreninių klijų įvairias fizines savybes. Autoriai teigia, kad polichloropreninių klijų adhezinės savybės priklauso nuo dangos storio, polichloropreno gumos molekulinės masės, kljavimo greičio. 4 lentelėje palyginami trijų rūšių kaučiuko klijai. Galima teigti, kad geriausiai medienos ir medienos medžiagų kljavimui tinka polichloropreniniai klijai. Polichloroprenas yra bendros paskirties klijai, skirti klijuoti įvairias medžiagas. [7]

4 lentelė. Medienos klijų, kaučiuko pagrindu, savybės.

	Polichloroprenas	Poliizoprenas	Nitrilo kaučiukas
<i>Aprašymas</i>	Latekso ir tirpiklio tirpalas, dažnai jungiasi su dervomis, metalų oksidais, užpildais ir kt.	Tirpiklinis	Tirpiklinis
<i>Kietėjimo metodas</i>	Išgarinamas tirpiklyje	Tirpiklis išgarinamas spaudžiant karštu būdu.	Tirpiklio išgarinimas ir (ar) šilumos slėgis
<i>Klijuojamos medžiagos</i>	Metalas, oda, laminatai, guma (ypač neopreno), statybinės medienos medžiagos.	Natūrali oda, metalas, mediena, veltinis, popierius	Guma, metalas, vinilo plastikas.
<i>Privalumai</i>	Geras atsparumas vandeniui, druskoms, alifatiniams angliavandeniams, acetono ir etilo alkoholiams, tepalams, silpnoms rūgštims ir šarmams, geras šlyties ir žievelės stiprumas.	Puikus atsparumas drėgmei ir vandeniui	Stabilūs sintetinio kaučiuko klijai, puiku atsparumas aliejams, lengvai modifikuojamas, pridendant termoaktyviųjų dervų.
<i>Apribojimai</i>	Netinkamas kontaktas su aromatiniiais ir chlorintais angliavandeniais, tam tikrais ketenais ir stipriais oksidatoriais. Šalto spaudimo šlyties stiprumas >2,9 MPa.	Laikui bėgant tampa labai trapus, nepakankamas atsparumas organiniams tirpikliams, bloga adhezija su metalais.	Neklijuoja natūralaus kaučiuko ir butilo gumos
<i>Ypatingos savybės</i>	Pranašesnis už kitus kaučiuko pagrindo klijus – jėga, greitu klijavimu. Maksimali temperatūra iki 93°C, kartais 177°C, geras atsparumas senėjimui, šviesai, orui, švelnioms rūgštims ir aliejams	Šlyties stiprumas 0,21-1,23 MPa, jėga 98,1 N/m, gera adhezija	Įvairiapusiškiausi kaučiuko klijai, geras pasipriešinimas alyvos ir angliavandenių tirpikliams, šlyties stiprumas 1,03-13,8 MPa, didesnis nei neopreno

Siekiant kuo geresnės adhezijos, junginius klijuotus su polichloropreniniais klijais reikia išlaikyti mažiausiai 72 val. Šie klijai neturėtų būti naudojami struktūrinėms konstrukcijoms klijuoti, kurioms reikalingas šlyties stipris >2 MPa. Lipnumo išlaikymas yra dažniausiai mažesnis nei natūralaus kaučiuko. [8]

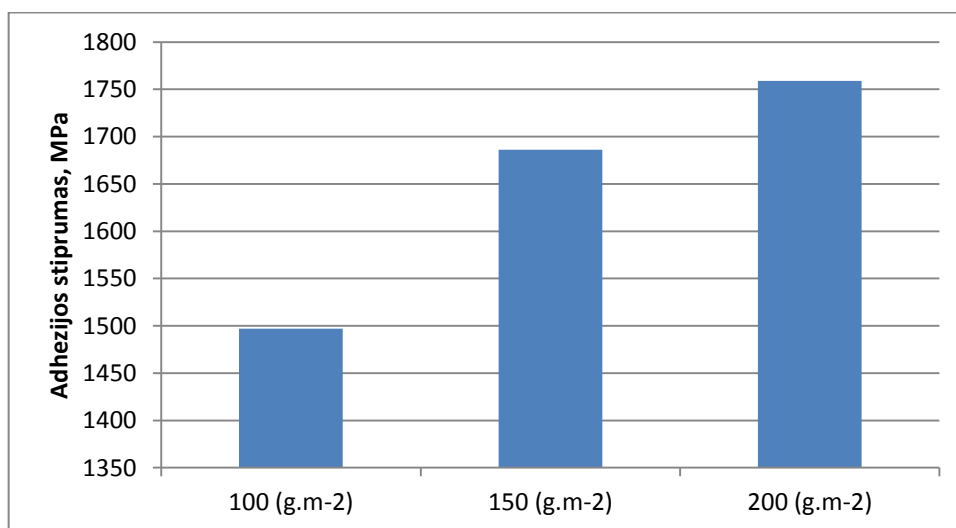
Turkų mokslininkai atliko tyrimą, norėdami nustatyti adhezijos stiprumą: paprastos pušies, ąžuolo, rytų buko medienos lukšto klijoto su 18 mm medienos drožlių plokšte (MPD) ir vidutinio tankio medienos plaušų plokšte (MDF) naudojant PVAc, karbamido-fomaldehido (UF) klijus ir kontaktinius klijus (kaučiuko pagrindu). Tyrimui naudojamas 0,6 mm storio lukštas ir 0,9 mm storio laminatas, 1 klasės 18 mm MDP ir MDF. Medienos lukšto pluošto kryptis, radialiniai pluoštai ir liestinės pluoštai buvo pasirinkti atsitiktinai. Bandiniai laikomi oro kondicionavimo kameroje: 20±2°C šilumos ir 65±3 % sąlyginio drėgnumo sąlygomis. [9]



3 pav. Klijų tipo palyginimo rezultatai.

Nustatyta, kad didžiausias adhezijs stiprumas yra PVAc klijų, kontaktiniai klizai kaučiuko pagrindu turi žemiausią adheziją. PVAc klijų adhezinės savybės yra 6 % geresnės nei karbamido-formaldehido klijų ir 40 % adhezinės savybės geresnės nei kontaktinių klijų.

Kontaktinių klijų, kaučiuko pagrindu adhezijs stiprumas yra mažesnis nei PVAc ir karbamido-formaldehido klijų, nes kontaktinius klizus yra sunkus ištepti ant didelio paviršiaus ruošinio. Rekomenduojama juos naudoti klizuoiant mažus paviršius.



4 pav. Klijų kiekio palyginimo rezultatai.

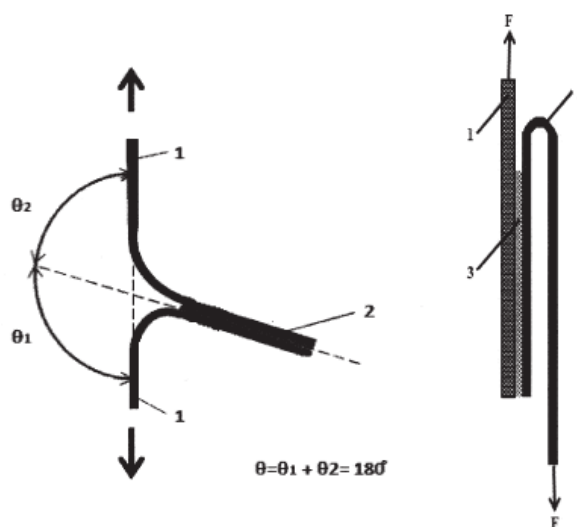
Atitinkamai, adhezijs stiprumas buvo nustatytas, naudojant klizus vienam kvadratiniam metrui, daugiausiai 200g ir mažiausiai 100g. Nustatyta, kad geriausias adhezijs stiprumas yra tada, kai vienam kvadratiniam metrui naudojama 200g klijų, t.y. 4 % didesnis adhezijs stiprumas nei naudojant 150 g ir 15 % geresnis adhezijs stiprumas nei naudojant 100g klijų vienam kvadratiniam metrui. Literatūroje teigiama, kad PVAc ir karbamido-formaldehido

klijų, kad pasiekti gerą adheziją, reikia naudoti 120-200g medienos medžiagų klijavimui, o kontaktinių klijų vienam kvadratiniam metrui reikia naudoti 250g.

1.2.2 Polichloropreninių klijų adhezijos stiprumo nustatymas

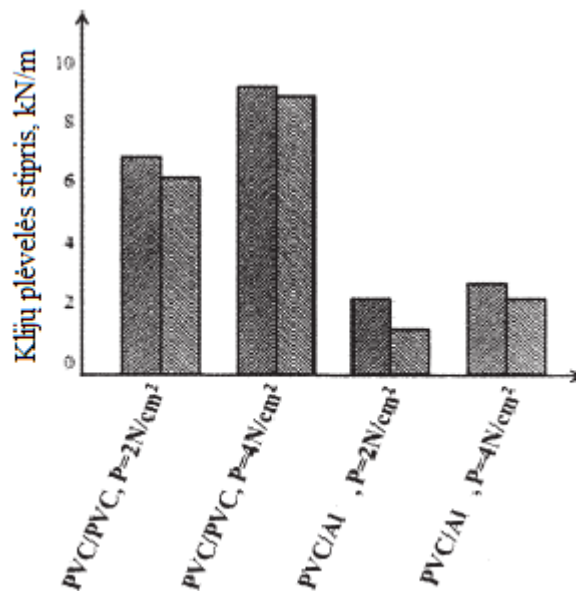
Adhezija, dar vadinama priekiba yra dviejų skirtingų kietųjų kūnų, kietojo kūno ir skysčio arba nesimaišančių skysčių susiliečiančių paviršių sukibimas dėl kūnų dalelių sąveikos. Matuojama jėga ar darbu, kuris reikalingas susiliečiančių kūnų vienetiniam plotui perskirti. Adhezijos stiprumą lemia susiliečiančių medžiagų fizinė ir cheminė prigimtis, paviršių švarumas, lietimosi plotas ir vidiniai įtempiai. Tiriant klijų savybes, adhezijos stipris yra pagrindinis rodiklis, lemiantis klijų tinkamumą. Klijų adhezijos stipris vertinamas tiriant klijų plėvelės stiprumą, šlyties stiprį bei atliekant tempimo bandymus. [10]

Rumunijos mokslininkai tyrime palygino polichloropreninius klijus ir hibridinius akrilo klijus. Analizė buvo grindžiama klijų plėvelės šlyties ir tempimo bandymais ant įvairių substratų. [11]



5 pav. Sanklijos stiprio tyrimas ant lankstaus substrato.

Tyrimui buvo naudojama įvairių tipų mėginiai, nustatyti klijuočių junginių mechaninį stiprumą. Klijų plėvelės stiprumas buvo tiriamas klijuočių junginių: klijuojant standžius substratus (duraliuminį, plieną) su lanksčiais substratais (polivinilchloridu (PVC) ir klijuojant lanksčius substratus su lanksčiais substratais. Klijai buvo tepami vienu sluoksniu tiek standžių ir tiek lanksčių paviršių. Po visiško tirpiklio išgarinimo, du substratai buvo sudedami ir palaikomi esant tam tikram slėgiui iš anksto nustatytą kontaktinį laiką.

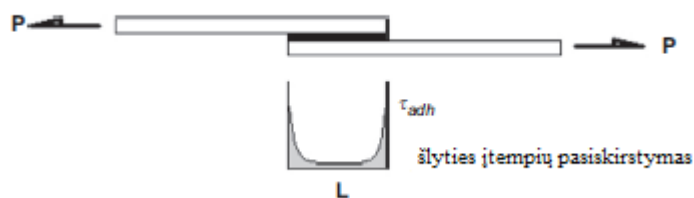


6 pav. Klijų plėvelės stiprio priklausomybė nuo presavimo slėgio. Tamsus stulpelis – polichloropreniniai klijai, šviesus stulpelis – hibridiniai akriliniai klijai.

Kontaktinis slėgis veikia klijų plėvelės stiprumą. Nustatyta, kad PChP klijai yra pranašesni už hibridinius akrilinius klijus. Taip pat PChP klijų plėvelės stipris yra didesnis kai presavimo slėgis yra 4 N/cm^2 .

Imran Khan ir B. T. Poh teigia, kad plėvelės stiprumas priklauso ne vien tik nuo klijų tipo, bet ir nuo konkretaus bandymo metodo, presavimo slėgio, klijų storio ir kitų veiksnių. Nepaisant to, klijų plėvelės tyrimas įrodo, kad tai naudingas eksperimentas, kurį galima panaudoti įvairiais tikslais.[12]

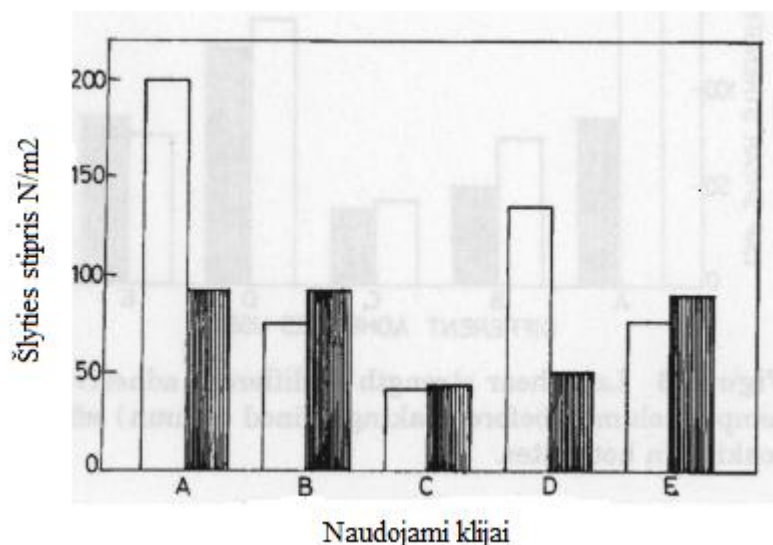
Medžiagos stiprumas priešintis deformacijai, veikiant kirpimo (šlyties) jėgoms, vadinamas šlyties stipriu. Klijuotų junginių šlyties stipris nustatomas tempiant abu klijuotus substratus į priešingas kryptis. Taip nustatomas klijų siūlės stiprumas. [13]



7 pav. Šlyties įtempių pasiskirstymas.

Indijos mokslininkai R. John ir R. Josehp atliko PChP klijų ir natūralaus kaučiuko klijų savybių tyrimą. Tyrimui naudojamos medienos juostelės: $25 \times 300 \times 3 \text{ mm}$ dydžio. Naudojant teptuką, klijai buvo tepami ant abiejų medienos, $0,1 \text{ mm}$ storio bandinių. Bandiniai buvo suklijuoti ir laikomi 24 h slegiant 1 kg apkrova. Bandiniai laikomi kambario temperatūroje, esant $50 \pm 5 \%$

santykiniam oro drėgmeniui. Klijuotų bandinių šlyties stipris buvo lyginamas tik suklijuotų bandinių ir bandinių mirkytų šaltame vandenyje, rūgštyje, šarme. [14]



8 pav. Klijuoto junginio šlyties stipris: prieš mirkymą (šviesus stulp.), po mirkymo šarme (tamsus stulp.).

Nustatyta, kad klijuoto junginio šlyties stipris po mirkymo šarme (pH 10), beveik visais atvejais sumažėja. Tik C atveju, kur naudojami super klėjai tiekiami Superchem MIDC, šlyties stipris nežymiai padidėja.

I. Khan ir B. T. Poh išskiria keletą veiksnių, darančius įtaką šlyties atsparumui: dangos storio poveikis, užpildų poveikis, molekulinės masės poveikis (5 lentelę).

5 lentelė. Veiksniai, darančys įtaką šlyties atsparumui.

Veiksniai	Daroma įtaka
Dangos storio poveikis	Šlyties stipris mažėja didėjant dangos storiui.
Užpildų poveikis	Šlyties stipris palaipsniui mažėja didėjant dervos pakrovimui. Klijų stiprumo sumažėja dėl mažėjančio gumos kiekio, kuri veikia kaip rišančioji medžiaga klijų sistemoje.
Molekulinės masės poveikis	Šlyties stipris didėja augant molekulinei masei iki optimalios molekulinės masės. Toliau didėjant molekulinei masei, didėja klijų tepimo storis.

Galima daryti išvadą, kad PChP klijų adhezinės savybės, priklauso nuo dangos storio, užpildų, klijų molekulinės masės bei dėl atliekamų bandymų ir jų atlikimo greičio.

1.3 Klijavimo metu vykstantys procesai

Pagrindinė sąlyga kokybiškai sanklijai gauti yra pakankamas klijuojamų paviršių drėkinimas klėjais. Siekiant pagerinti klijuojamų paviršių drėkinimą klėjais, reikia sumažinti klijų klampumą, kelti jų temperatūrą ir atidžiai nuvalyti klijuojamą paviršių nuo dulkių ir nešvarumų.

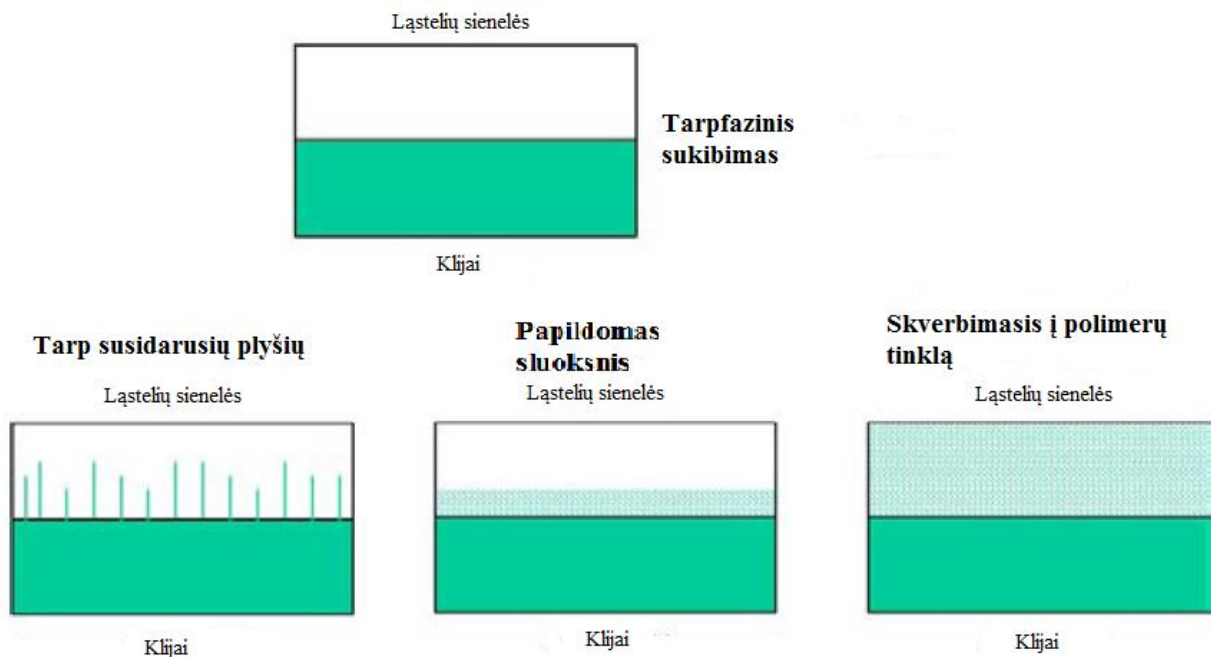
Tačiau, nuo paviršiaus paruošimo klijavimui iki klijavimo proceso, neturi praeiti daugiau nei 4-8 valandos, nes dėl įvairių aplinkybių, klijuojami paviršiai gali vėl užsinešti nešvarumais, tokiu atveju pablogėja klijuojamo paviršiaus drėkinimas kliais. Geresnėms drėkinimo sąlygoms sudaryti rekomenduojama padengti kliais abu kontaktuojančius paviršius.

Sėkmingas medienos klijavimas priklauso nuo to, kaip gerai suprantami ir kontroliuojami veiksniai, kurie priklauso nuo atskirų medienos klijavimo detalių. Naujų rūšių konstrukciniai kliai, medienos rūšių ir klijuojamų elementų formų įvairovė, sukuria nuolatinis iššūkius ir problemas, kurios veda prie žinių apie klijuotų junginių sanglaudą ir adheziją.

Mokslininkas A.A. Marra klijavimo technologiją skirsto į dvi dalis: klijų formavimasis ir klijų charakteristika. Mokslininkas teigia, kad klijų formavimasis yra susijęs su skysčių virsmu kietosiomis dalelėmis. Klijų charakteristika apima jau sukietėjusių klijų savybes ir jų elgesį reaguojant į aplinkos temperatūrą ir drėgmę bei veikiančius įtempius. Teigiama, kad šios dvi klijavimo technologijos dalys yra tarpusavyje susijusios. Nepaisant klijų siūlėje susidarančių įtempių, tikima, kad kliai susiformuos sėkmingai, bet galutinis produktas nebus kokybiškas. Todėl A.A. Marra apsvaisto trečiąją dalį – produkto efektyvumą. Mokslininkas, klijavimo procesą laiko kaip įvykių seką ir nustatė veiksnius, kurie gali būti grupuojami pagal skirtingas medžiagas ir operacijas. Kiekviena grupė gali būti laikoma kaip atstovaujanti atskiras veiklos sritis ir visos bendrai gali įtakoti galutinio produkto naudingumo koeficientą. Veiksniai, įtakojantys klijuoto produkto elgseną: [15]

$$\begin{aligned} \text{Suklijuoto produkto elgsena} = & \text{Potencialio adhezijos jėgos} \pm \sum \text{Lipnios kompozijos veiksniai} \pm \\ & \sum \text{Medienos savybių jėgos} \pm \sum \text{Medienos paruošimo veiksniai} \pm \\ & \sum \text{Medienos geometrijos veiksniai} \pm \sum \text{Produkto tarnavimo veiksniai}; \end{aligned} \quad (1)$$

Šioje formulėje, pirmosios keturios grupės turi įtakos klijų formavimuisi, penktoji grupė turi įtakos tiek klijų formavimuisi, tiek klijų charakteristikai, o paskutinioji grupė turi įtakos tik klijų charakteristikai. Tą akimirką, kai kliai skverbiasi į medieną vyksta keletas svarbių žingsnių. Atsižvelgiant į medienos klijavimo procesą, dažniausiai abu klijuojami paviršiai užtepami kliais. Svarbiausia, kad kliai tolygiai padengtų klijuojamus paviršius. Geriausia, kai kliai įsiskverbia į medieną per nedideles ertmes, kurios vadinamos poromis. Jei kliai yra pakankamai skysti, jie gali įsiskverbti į medienos pluoštą, kur jie, esant mechaninėms užtvaros, sukietėjus yra užrakinami. Tačiau, kliai prasiskverbia tik du ar tris sluoksnius medienos pluošto, t.y. keletą šimtųjų milimetrų. [15]



9 pav. Skirtumas tarp tarfazinių klijų, kurie susiję su įsiskverbimu į medienos ląstelių sienelės ir tarp susidariusių plyšių, papildomo sluoksnio bei skverbimosi į polimerų tinklą.

Charles R. Frihart teigia, kad klijų skverbimuisi į medienos mikro-kanalus galėtų tarnauti nano-mechaninis blokavimas. Kitas modelis, apima negilią klijų penetraciją ir skverbimąsi per paviršiaus ląstelės sienelės sluoksnius, siekiant suformuoti papildomą sluoksnį. Giliau skverbiantis į polimerų tinklą ir stabilizuoja matmenų pokyčius. Nors daug tyrimų metodų parodė, kad kai kurie klijai prasiskverbia į ląstelių sienelės ir pakeičia savo fizines savybes, tačiau duomenų, apibūdinančių adhezijos stiprio poveikį yra nedaug. [16]

Adhezija yra labai sudėtingas procesas, todėl šis mokslas apima keletą mokslo sričių, tokių kaip: makromolekuliniai mokslai, mechanika ir mikromechanika. Dažniausiai sutinkami tokie teorinės adhezijos modeliai: mechaninio blokavimo, adsorbcinė, difuzinė, cheminio ryšio teorijos. Tačiau, plačiausiai taikoma yra adsorbcinė arba termodinaminė teorija. Ši teorija aiškina adhezinį ryšį tarp molekulinų jėgų, tarp klijų ir substrato paviršiaus molekulių veikimu. Procesą sudaro dvi stadijos: [17]

1. Pirmoji stadija. Polimero molekulės iš tirpalo migruoja prie substrato paviršiaus. Klijų molekulių polinės grupės arba tokios grupės, kurios gali sudaryti vandenilinius ryšius, priartėja prie tokių pat grupių substrato molekulėse.
2. Antroji stadija. Nusistovi adsorbcijos pusiausvyra. Kai tarp klijų ir substrato molekulių atsiranda mažesnis nei 5A atstumas, tarp jų ima veikti Van der Waals'o jėgos.

Galima sakyti, kad klijuojamų detalių stiprumas ir formos stabilumas tuo didesnis, kuo mažesnis klijuojamų detalių matmenys. Įdomu tai, kad padidėjus drėgnei, klijuojamo gaminio įtempiai iš tempimo jėgų skydo centro link, pareina į slėgimo jėgas.

1.4 Veiksniai įtakojantys sanklijos stiprumą

Klijavimo technologija vaidina svarbų vaidmenį vystantis ir augant medinių konstrukcijų naudojimui įvairiose srityse. Struktūrinės sanklijos gebėjimas išlaikyti ilgalaikį našumą yra svarbus reikalavimas, tačiau dėl aplinkos poveikio, veikiamos apkrovos ir eksploataavimo sąlygų, sanklijų našumas nėra didelis. Veiksniai lemiantys sanklijos patvarumą skirstomi į tris kategorijas: [18]

1. Aplinkos poveikis. Dominuoja oro temperatūra ir aplinkos drėgmė;
2. Medžiagos. Apima ne tik klijavimo medžiagas, bet ir klijuojamus substratus. Sanklijos patvarumas, šiuo atveju, priklauso ne tik nuo klijų sudėties, bet ir nuo klijuojamų medžiagų savybių;
3. Įtempiai. Tai paskutinė kategorija, susijusi su įtempiais, kurie turi įtakos sanklijos ilgaamžiškumui ir liekamajam stiprumui.

Drėgmė ir šiluma yra svarbiausiai veiksniai, įtakojantys sanklijos, veikiamos aplinkos sąlygomis, nustatant sanklijos susilpnėjimą. Gamtinių tyrimų rezultatai ir pagreitinto sendinimo tyrimo rezultatai, parodė, kad klijų sanklija praranda stiprumą dėl sąlyčio su aukšta temperatūra ir aplinkos drėgme.

1.4.1 Drėgmės kiekio medienoje įtaka sanklijos stiprumui

Vanduo dažnai laikomas vienas iš labiausiai nerimą keliančių preparatų, kurie gali turėti įtakos epoksidinių klijų savybėms ir sanklijos stiprumui. Apsaugoti klijų siūlę nuo aplinkos drėgmės yra beveik neįmanoma. Yra būdų, kuriais drėgmė gali įsiskverbti į medieną: [19]

1. Difuzijos būdų, per klijuoto gaminio klijų kraštus;
2. Išilga klijų ir substrato sanklijos;
3. Per kapiliarinius plyšelius;
4. Difuzijos būdu drėgmei praleidžiamuose substratuose, pvz. mediena.

Vandens patekimas į klijų siūles gali sumažinti rišančiąsias savybes: grįžtamaisiais ir negrįžtamaisiais mechanizmais. Drėgmės poveikis, bent jau iš pradžių, gali būti grįžtamas. Kartais klijų stiprio sumažėjimas yra dėl tokių grįžtamųjų procesų kaip plastifikacija ir išbrinkis (gali būti ne tik medienos, bet ir klijų), kurie sukelia įtempius. Tačiau jeigu klijų sanklijos stipris sumažėja nedaug, tai nėra didelė problema, kadangi džiūstant klijuotam gaminiui klijų sanklijos stipris dalinai atsistato.

Daug svarbiau yra negrįžtamieji procesai. Kadangi laikomai, kad jie neįvyksta, kai vandens koncentracija yra kritinė. Koncentracija priklauso nuo medžiagų naudojamų klijavimui (klijų ir substrato), temperatūros bei veikiamų įtempių. Esant aukštesniam drėgmės lygiui gali

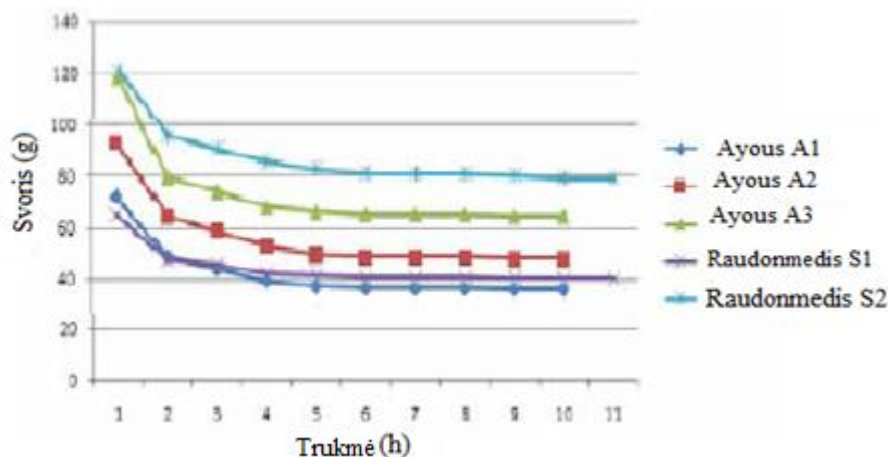
atsirasti rimta grėsmė ilgalaikiam sanklijos patvarumui. Pavyzdžiui, vanduo gali fizikai pakenkti sanklijai sukeldamas hidrolizę arba skilinėjimą. Vandens buvimas padaryti klijų ir klijuojamo substrato sankliją nestabilią, kuri palaipsniui gali išnykti, nes vanduo išplauna klijus nuo klijuojamo substrato paviršiaus. Taip pat vanduo gali prasiskverbti giliai į klijuojamą medieną ir sumažinti jos pačios stiprumą. Įtemptiai sustiprina šio proceso galimybę tapti negrįžtamu, nes vidiniai įtempiai sumuojasi su liekamaisiais įtempiais ir gali visiškai sunaikinti konstrukcinį sujungimą. Apskritai, drėgmės kiekis medienoje gali paveikti klijų sanklios stiprumą, sanklijos džiovimo laiką. Tačiau pastaraisiais metais atlikti tyrimai rodo, tai tokie klijų sanklijos stiprumo praradimai yra ne tik epoksidinių dervų.

Kamerūno mokslininkai atliko tyrimą, norėdami ištirti klijuotos medienos fizikines savybes. Bandiniams buvo naudojama kontaktiniais klijais polichloropreno pagrindu klijuota raudonmedžio ir Ayous mediena. Eksperimentai buvo atlikti siekiant nustatyti drėgmės kiekį mėginuose, jų tankį, išbrinkio ir nuodžiūvio koeficientus visomis kryptimis ir higroskopinės pusiausvyros tašką. Tyrimui naudojamas drožtinis raudonmedžio ir Ayous medienos 1 mm storio lukštas. Bandinių dydis 16x5 cm. Medienos lukšto klijavimui naudojami Magpow MDP 102 klijai. Pagal gamintoją šie klijai yra greito džiovimo laiko, atsparūs alyvai, vandeniui, šilumai ir vibracijai. Svarbiausios klijų sudedamoji dalis yra neopreno guma (polichloroprenas). [20]

	Sluoksnių skaičius	Ilgis (cm)	Plotis (cm)	Storis (cm)	Svoris (g)	Tūris (cm ³)	Tankis (g/cm ³)
A1	18	15.90	4.75	1.20	40.80	90.63±1.00	0.450±0.005
A2	24	15.89	4.80	1.50	53.80	114.40±1.07	0.470±0.004
A2	36	15.90	4.80	2.10	72.30	160.27±1.19	0.451±0.003

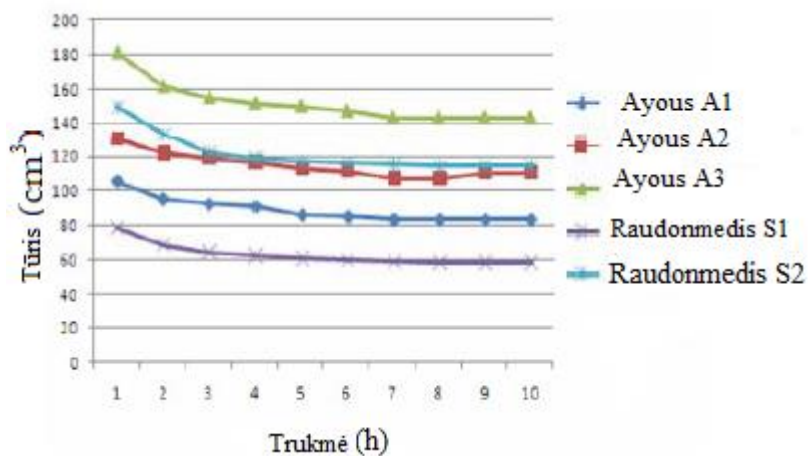
	Sluoksnių skaičius	Ilgis (cm)	Plotis (cm)	Storis (cm)	Svoris (g)	Tūris (cm ³)	Tankis (g/cm ³)
S1	16	15.90	4.75	0.85	45.10	64.19±0.93	0.702±0.010
S2	32	15.90	4.75	1.65	86.60	124.61±1.09	0.694±0.006

10 pav. Tyrime naudojamų bandinių charakteristikos: A – Ayous, S – raudonmedis.



11 pav. Tyrimo bandinių svorio kitimas džiovimo metu.

10 paveiksle pavaizduota tyrimo bandinių svorio raida džiovavimo metu. Ši analizė rodo, kad per pirmąsias dvi valandas abiejų rūšių medienos mėginių svoris žymiai sumažėja. Ayous ir raudonmedžio medienos bandiniai turi gerą džiovavimo greitį.



12 pav. Tyrimo bandinių tūrio raida nuodžiūvio metu.

Įvairių nuodžiūvių koeficientų skaičiavimas pabrėžia šias pastabas:

1. Nuodžiūvio koeficientas priklauso nuo krypties (ilgis, plotis, storis) ir nuo sluoksnių, iš kurių yra sukljuotas bandinys, skaičiaus;
2. Nuodžiūvio koeficientas priklauso nuo drėgmės kiekios bandiniuose;
3. Nuodžiūvio koeficientas priklauso nuo medienos rūšies, santykinio tūrio.

Tyrimo nustatyta, kad dėl medienos rūšies tipo, tūrio santykis yra pastovus. Polichloropreno pagrindo klijų savybės šiame tyrime yra panašios į fenolio-formaldehido klijų savybes, todėl polichloropreno pagrindo klijai gali būti naudojami medienos lukšto klijavimui.

1.4.2 Medienos rūšies įtaka sanklijos stiprumui

Mediena yra akyta, pralaidi, higroskopiška, itin didelės cheminės įvairovės ir fizinio sudėtingumo biologinis kompozitas. Medienos savybės skiriasi ne tik tarp rūšių, bet gali skirtis ir tos pačios rūšies mediena. Ši įvairovė gali sukelti klijavimo sunkumą, todėl svarbu išanalizuoti medienos įtaką klijų sanklijos stiprumui. Medienos ekstraktyvai yra sudėtingi mišiniai. Medienoje gali būti daug šių mišinių, kuriuose yra cheminių medžiagų grupių, tokių kaip taninai, antocianinai, flavoninai, ligninans ir lakieji angliavandeniai. Kiekvienoje iš šių grupių gali būti daug atskirų cheminių medžiagų. Dėl šios įvairovės, egzistuoja daugybė cheminių reakcijų galimybė tarp pašalinių medžiagų ir atmosferos, tarp medienos cheminių savybių ir klijų ir kt. Medienos ekstraktyvai yra labai svarbūs tada, kai jie yra nepageidaujami ir nėra nuspėjama jų įtakama

medienos klijavimui. 6 lentelėje pateikti medienos pavyzdžiai, kurie gali būti sunkiai klijuojami. [21]

6 lentelė. Medienos pavyzdžiai, kurie gali būti sunkiai klijuojami.

Rūšis	Tankis 12 % drėgnio medienos (kg/m³)	Savybės, kurios gali sukelti problemų
Kaštonas	540-650	Rūgštingumas, ekstraktinės medžiagos
Dauglas eglė	510-550	Rūgštingumas, polinkis keisti spalvą
Eukaliptas	700-900	Didelis rūgštingumas
Europinis uosis	680-750	Gali būti absorbentas
Europinis bukas	690-750	Gali būti absorbentas, labai hidrofobiškas
Europinis beržas	640-670	Uždara tekstūra, gali turėti apdirbimo problemas
Europinis ažuolas	670-760	Rūgštingumas, lengvai nusidažo
Greenheart	980-1150	Didelio tankio, gali kilti apdirbimo problemos
Iroko	630-670	Gali kilti apdirbimo problemos
Jūrų pušis	530-550	Sakinga ir rūgšti
Škotiška pušis	500-540	Sakinga
Tikas	600-750	Sakinga
Vakarų raudonasis kedras	330-390	Rūgštingumas, lengvai nusidažo

Dažniausiai mediena yra lengvai klijuojama ir paprastai galim gauti gerą sukibimą. 6 lentelėje pateikiamos medienos rūšių savybės, kurios apsunkina medienos klijavimą. Tačiau tai nereiškia, kad tokia mediena turi būt vengiama naudoti klijavimui, tai tik rodo, kad turėtų būti naudojamas specialus medienos paviršiaus paruošimas ar kitokie klijai. Dažniausiai yra pateikiamas medienos klijavimo savybių skirtumas tarp medienos struktūros: balanos ir šerdies. Balanos mediena klijuojasi lengviau, nes balanos mediena struktūriškai geriau įgeria skysčius.

Sanklijos stiprumas vaidina svarbų vaidmenį medienos pramonėje, kad būtų galima veiksmingai naudoti galutinį klijuotą produktą įvairioms paskirtims. Medienos rūšis ir jos tankis, paviršiaus kokybė, slėgis naudojamas klijavimo metu – tai yra keletas parametrų įtakojančių bendrą sanklijos stiprumą. [22]

Amerikiečių mokslininkai atliko tyrimą, išanalizavo keletą atogrąžų medienos rūšių įvertindami bandinių šlyties stiprį šlapiomis ir sausomis sąlygomis. Tyrimui buvo naudojama ažuolo, pušies or Nyatoh mediena. Buvo paruošti bandiniai, kiekvienos medienos rūšies po 24 ir jie buvo laikomi klimato kameroje, kurios temperatūra 20°C ir santykinis oro drėgnumas 65 % Bandiniai klimato kameroje buvo laikomi tol, kol pasiekė pusiausvirinį drėgnį 12 % Kiekvieno bandinio paviršius buvo šlifuojamas 80, 180 ir 240 grūdėtumo šlifavimo popieriumi. Po bandinių

paviršiaus šlifavimo buvo matuojamas bandinių paviršiaus nelygumai su profilometru Mitutoyo SurfTest SJ 301. Medienos bandiniai buvo klijuojami polivinil acetato klėjais (PVA), esant normos skirtumui $0,15 \text{ g/cm}^2$ ir buvo laikomi 24 h. [23]

Rūšis ir tankis (g/cm^3)	Grūdėt umas	Šiurkštumo (μm) parametrai			Adhezijos stiprumas (N)
		R_a	R_z	R_{max}	
Pušis 0,346	0	7.41	35.43	50.93	160.41
	80	9.54	46.43	63.32	162.70
	180	6.25	30.58	33.87	159.20
	240	6.88	44.87	47.12	150.10
Ąžuolas 0,540	0	8.13	42.15	69.18	286.23
	80	10.50	51.89	76.03	289.60
	180	6.56	35.75	60.41	289.38
	240	8.34	44.46	72.32	287.49
Nyatoh 0,816	0	12.60	97.31	146.49	486.02
	80	14.74	103.98	167.37	527.35
	180	10.64	69.28	74.96	480.54
	240	8.56	46.97	55.65	479.47

13 pav. Adhezijos stipris priklausomybė nuo medienos parametru.

13 paveiksle pavaizduotas tyrimo bandinių tankis, paviršiaus šiurkštumas ir jų įtaka medienos klijavimo adhezijos stiprumui. Buvo naudojama skirtingo tankio mediena: pušis $0,345 \text{ g/cm}^3$, ąžuolas $0,540 \text{ g/cm}^3$ ir Nyatoh $0,816 \text{ g/cm}^3$. Kaip matoma, nyatoh medienos paviršiaus šiurkštumas yra didžiausias. Nyatoh medienos paviršiaus šiurkštumą lemia akyta medienos struktūra. Šią medieną nušlifavus su 80 grūdėtumo popieriumi, paviršiaus šiurkštumas dar labiau padidėjo, tačiau nušlifavus su 180 ir 240 grūdėtumo popieriumi, medienos paviršius išsilygino ir paviršiaus šiurkštumas sumažėjo. Pušies ir ąžuolo medienos paviršiaus kitimas šlifuojant skirtingo grūdėtumo popieriumi yra panašus į Nyatoh medienos, tačiau jų šiurkštumas yra mažesnis.

Išanalizavus gautus rezultatus galima teigti, kad prieš klijavimą medienos paviršiaus nereikėtų šlifuoti didesniu nei 180 grūdėtumo popieriumi, nes gaunamas prastesnis adhezijos stiprumas. Kaip matoma visais atvejais klijavimo stiprumas po šlifavimo 240 grūdėtumo popieriumi yra prastesnis nei bandinių šlifuotų su 180 grūdėtumo popieriumi. Nyatoh medienos bandinių šlifuotų 80 grūdėtumo popieriumi klijavimo stiprumas yra didžiausias, tačiau atitinkamai pušies medienos – mažiausias. Taip pat visų tirtų medienos rūšių kontroliniai bandiniai, kurių paviršius nebuvo šlifuotas, turi blogiausią adhezijos stiprumą. Todėl, galima teigti, kad paviršiaus šiurkštumas pagerina klijavimą ir padidina adhezijos stiprumą. Tai yra dėl susidariusių nelygumų ant klijuojamų paviršių, klėjai geriau įsigeria į medieną, taip pat padidėja jų tepimo kiekis. Pušies medienos bandiniai yra mažesnio tankumo ir turi mažesnę atsparumą lenkimui, lyginant su ąžuolo ir nyatoh mediena. Atsižvelgiant į ąžuolo ir nyatoh medienos klijavimo sanklijos stiprumą, visų tipų

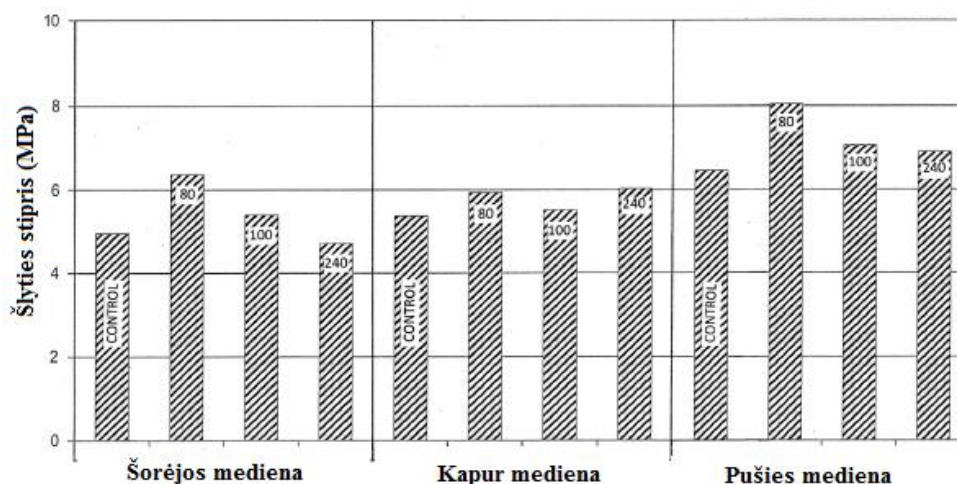
bandiniai turėjo geresnę adhezijos stiprumą atitinkamai 1,82 ir 3,12 kartų nei pušies medienos bandiniai. Didelis tankis ir metinių rievių struktūra yra pagrindinė priežastis dėl adhezijos stiprumo.

Dar vieną panašų tyrimą atliko taip pat amerikiečių mokslininkai. Šio tyrimo tikslas yra įvertinti sanklijos adhezijos stiprumą plačiai naudojamų medienos rūšių: pušies, kapur medienos ir šorėjos medienos. Tyrimui buvo naudojami 100x50x20 mm dydžio medienos bandiniai. Visi bandiniai buvo kondicionuojami kambario temperatūroje 20°C, aplinkos santykinė drėgmė 65 %, kol medienos bandinių drėgnis buvo 13 %. Kiekvieno bandinio svėrimo ir matavimo matmenys buvo apskaičiuojami atitinkamai 0,01 g ir 0,1 mm tikslumu. Bandiniai buvo šlifuojami 80, 100 ir 240 grūdėtumo šlifavimo popieriumi. Bandinių paviršiaus šiurkštumas buvo nustatomas profilometru Mitutoyo Surfesst SJ 301. Šiame tyrime medienos paviršiui apibūdinti naudojamas vidutinis aritmetinis šiurkštumo nuokrypis (Ra). Tai yra vienas iš populiariausių parametru medienos paviršiaus kokybei apibūdinti. Po paviršiaus šiurkštumo matavimų, bandiniai buvo suklijuojami polivinil acetato klijuais. Klijai buvo tepami kiekvieno bandinio vienoje pusėje, klijų norma 200 g/m² ir buvo klijuojami 30 min, naudojant 0,2 MPa slėgį. Praėjus 24 h po suklijavimo, buvo tiriamas klijavimo adhezijos stiprumas aparatu Testin System Model 5569. [24]

Rūšis ir tankis (g/cm ³)	Vidutinis paviršiaus šiurkštumas (Ra) (μm)				Šlyties stipris (MPa)			
	Kontrolinis	80	100	240	Kontrolinis	80	100	240
Šorėjos mediena	5.45	8.33	6.46	6.55	4.96	6.37	5.40	4.72
Kapur mediena	6.61	8.95	7.73	8.74	5.38	5.94	5.52	6.03
Pušies mediena	3.72	4.04	2.86	2.51	6.46	8.04	7.06	6.90

14 pav. Tyrimo rezultatai, bandinių vidutinio paviršiaus šiurkštumo ir šlyties stiprio priklausomybė.

14 paveiksle pavaizduota bandinių paviršiaus šiurkštumo ir šlyties stiprio priklausomybė. Kaip matoma, geriausias kontrolinių bandinių šlyties stipris gautas pušies bandinių, nors jų vidutinis paviršiaus šiurkštumas yra mažiausias. Taip pat ir bandinių, šlifotų su įvairaus grūdėtumo šlifavimo popieriumi, geriausias šlyties stipris yra pušies medienos.



15 pav. Vidutinis bandinių sanklijos stipris.

15 paveiksle pateikti bandinių klijavimo stiprumo rezultatai. Rezultatai pateikiami vidutinėmis reikšmėmis, klijavimo stiprumas kontrolinių bandinių šorėjos medienos, kapur medienos ir pušies medienos atitinkamai buvo 4,36, 5,38 ir 6,46 MPa. Kai šių bandinių paviršius buvo nušlifluotas 80 grūdėtumo popieriumi sanklijos stiprumas padidėjo nuo 10,40 iki 28,40 %. Kaip matoma, didžiausias sanklijos stipris visais atvejais buvo pušies medienos. Tai gali lemti mažesnis pušies medienos tankis nei kitų tyrime naudojamų medienų.

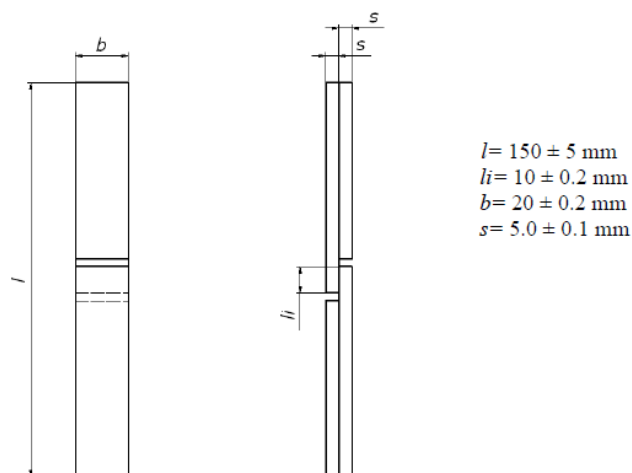
Taigi išanalizavus tyrimus, galima teigti, kad didžiausią įtaką klijavimo stiprumui turi medienos rūšis, medienos tankis ir medienos paviršiaus šiurkštumas. Kuo mažesnis medienos tankis tuo geriau įsigeria klijai. Kuo didesnis paviršiaus šiurkštumas tuo geresnė sanklija gaunama. Kadangi susidariusiuose grioveliuose patenka daugiau klijų ir jie geriau įsigeria į medieną. Dėl medienoje esančių ekstraktyvinių medžiagų galima skirtinga medienos ir klijų reakcija.

1.5 Medienos drožtinio lukšto drėgnio įtaka klijavimo procesui

Dėl medienos savybės absorbuoti vandenį, kinta medienos drėgmė, nuo kurios priklauso medienos savybės, o klijų sanklijos stipris paveikiamas neigiamai. Priklausomai nuo medienos cheminių ir ekstraktinių medžiagų, mediena gali absorbuoti 25 – 30 % drėgmės, skaičiuojant nuo absoliučiai sausos medienos masės. Taškas, kuriame mediena daugiau neabsorbuoja vandens, vadinamas pluošto soties riba. Kai mediena džiūsta žemiau pluošto soties ribos, ji pradeda trauktis ir mediena tampa standesnė. Kai medienoje esanti drėgmė viršyja pluošto soties ribą, vandens perteklius tiesiog užpildo ląstelių ertmes ir sienėles, o medienos tankis padidėja ir ji tampa sunkesnė. [25]

Medienoje esanti drėgmė gali turėti didelės įtakos medienos drėkinimui, klijų ar apdailos medžiagų įsiskverbimui į medienos paviršių. Geriausias ir optimaliausias sanklijos stipris yra tada, kai medienos drėgnis yra tarp 6 – 14 %. Jei mediena yra itin sausa, pavyzdžiui jos drėgnis yra žemiau 3 %, tokia mediena yra laikinai atspari drėkinimui ir yra sunkiai klijuojama. [26]

Čekijos mokslininkai atliko tyrimą, kurio pagrindinis tiklas yra nustatyti medienos drėgnio įtaką polivinil acetato (PVAc) ir poliuretatinų (PUR) klijų sanklijos stipriui. Šiuolaikinėje baldų pramonėje šie klijai yra vis dažniau naudojami dėl savo savybių, taip pat dėl nulinio formaldehido kiekio. Tyrime naudojami bandiniai pagaminti iš buko medienos, pagal 1.16 paveiksle pateiktą schemą. Tyrime naudojamo buko medienos nominalusis tankis yra $700 \pm 50 \text{ kg/m}^3$. [27]



16 pav. Tyrimo naudojamų bandinių schema, kurie pagaminti pagal standartą ČSN EN 205.

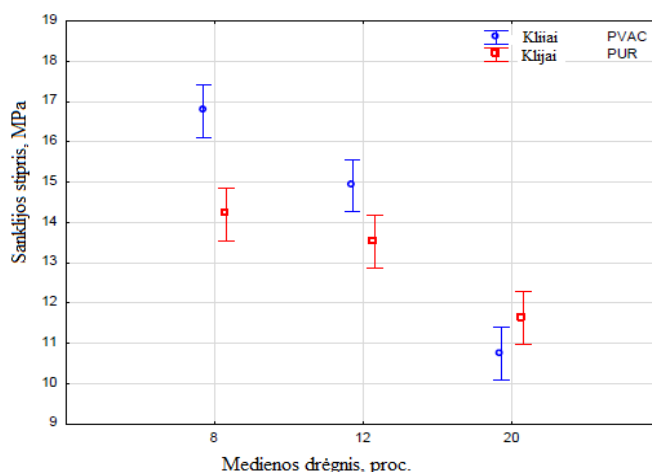
Pagaminti ruošiniai suskirstyti į tris grupes pagal medienos drėgnį: $8 \pm 1 \%$, $12 \pm 1 \%$ ir $20 \pm 1 \%$. Mediena išdžiovinta kondicionavimo kameroje Technik 12SD/15JU. Kljavimui skirti paviršiai apdoroti plokštuminiu frezavimo būdu, ne anksčiau nei 24 h prieš kljavimą. Bandinių kljavimui naudojami dviejų rūšių kljiai: PVAc dispersija Kleiberit 314.0 ir poliuretaniai kljiai PUR Leim 501.0 (Kleiberit). Kljavimas atliekamas esant $18 \pm 2^\circ\text{C}$ temperatūroje. Medienos drėgnis matuojamas naudojant svorio metodą. Kljavimo sąlygos ir klijų savybės aprašytos 7 lentelėje.

7 lentelė. Tyrimo naudojamų klijų savybės.

	PVAc dispersija	PUR Leim 501.0
Kljavimo kokybė	D4	D4
Klijų kiekis, g/m^2 (tepamas ant abiejų kljuojamų paviršių)	150 - 200	100 - 200
Klampa 20°C temperatūroje, mPa.s	7000 ± 1000 Pagal RVT Brookfield	8000 ± 1000 Pagal Haake VT 180
Minimali proceso temperatūra, $^\circ\text{C}$	+ 9	+ 5
Atviras išlaikymas, min	4 - 7	20 -25
Medienos drėgnis, %	8 - 14	8 - 12
Presavimo slėgis, MPa	0,7 - 1	Min. 0,6
Medienos tankis, g/cm^3	1,15	1,13
Presavimo laikas esant 20°C temperatūrai, min.	Min. 15*	Min. 60*

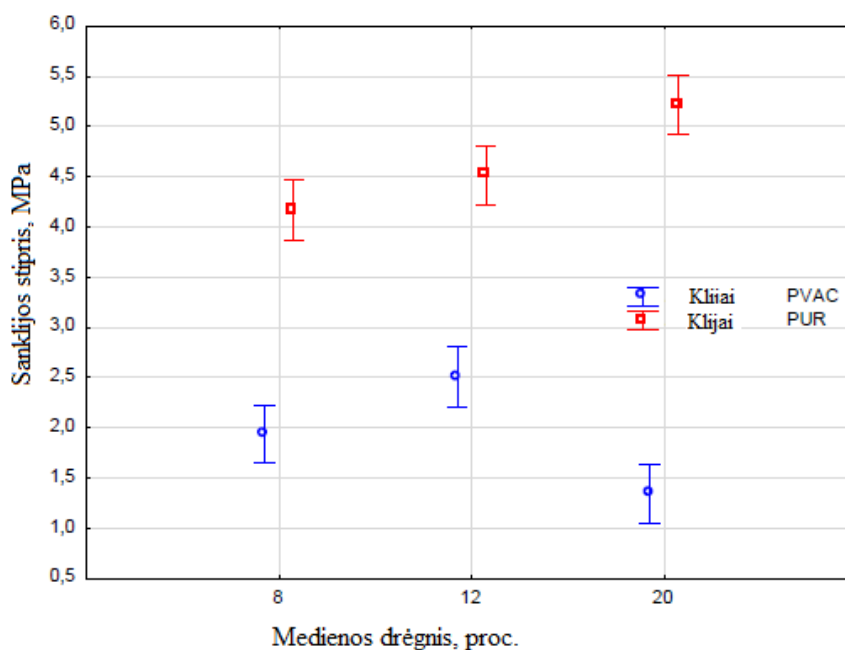
*tyrime naudojamų bandinių presavimo laikas 3 valandos.

Bandiniai buvo bandomi bandymų mašina. Bandiniai pritvirtinti iš abiejų pusių bandymų mašinos griebtuvuose. Bandiniai buvo veikiami tempimo jėgos, kol jie visiškai suiro ir užfiksuota didžiausia jėga F_{max} , kuri matuojama niutonais (N). Bandymo mašinos griebtuvų judėjimo greitis buvo 50 mm/min.



17 pav. Klijų sanklijos stipris priklausomai nuo medienos drėgnio ir klijų rūšies.

Didžiausias sanklijos stipris, kai bandiniai veikiami 7 dienas normalioje aplinkoje, buvo gautas kai medienos drėgnis 8 %, o bandiniai suklijuoti su PVAc klijais (sanklijos stipris 17 MPa). Didėjant medienos drėgniui (12 ir 20 %) PVAc sanklijos klijų stipris akivaizdžiai sumažėjo (atitinkamai 14,91 ir 10,75 MPa). Tačiau esant 20 % medienos drėgniui sanklijos stipris vis dar atitiko standarto reikalavimus. Bandinių, suklijuotų su PUR klijais, sanklija nėra tokia jautri drėgnai medienai, skirtingai nei PVAc klijai. Sanklijos stipris, kai medienos drėgnis 8 %, yra mažesnis (14,2 MPa), nei PVAc klijų. Tačiau, kai medienos drėgnis 12 %, sanklijos stiprio sumažėjimas yra ne toks akivaizdus, kaip PVAc klijų. Tačiau, galima teigti, kad PUR klijai yra atsparesnis medienos drėgniui kadangi esant 20 % medienos drėgniui, sanklijos stipris yra didesnis už PVAc klijų sanklijos stiprį.



18 pav. Sanklijos stipris priklausomai nuo klijų rūšies ir medienos drėgnio, po 7 dienų laikymo normalioje aplinkoje ir 6 h laikymo verdančiame vandenyje.



PUR klijų sanklijos stipris, kai medienos drėgnis 8 %, atitinka standarto reikalavimus ir yra 4 MPa. Didžiausias sanklijos stipris pastebimas, kai medienos drėgnis yra 20 %. Tačiau analizuojant PVAc klijų sanklijos stipris, pastebimas atvirkščias rezultatas, lyginant su PUR klijų sanklijos stipriais. PVAc klijų sanklijos stipris didėjant medienos drėgniui laipsniškai mažėja. Mažiausias sanklijos stipris yra kai medienos drėgnis 20 %, ir jis siekia 1,3 MPa.

Taigi, išanalizavus medienos drėgmės įtaką PVAc ir PUR klijų sanklijos stipriui, galima teigti, kad didėjant medienos drėgniui mažėja sanklijos stipris. Kai medienos drėgnis 20 % PVAc klijų sanklijos stipris atitinka standarto reikalavimus, tačiau šiuo atveju PUR klijų sanklijos stipris yra didesnis. Kai bandiniai papildomai laikomi verdančiame vandenyje, PUR klijų sanklijos stipris didėja, didėjant medienos drėgniui. O PVAc klijų sanklijos stipris mažėja, didėjant medienos drėgniui.

1.6 Medienos lukšto klijavimo defektai

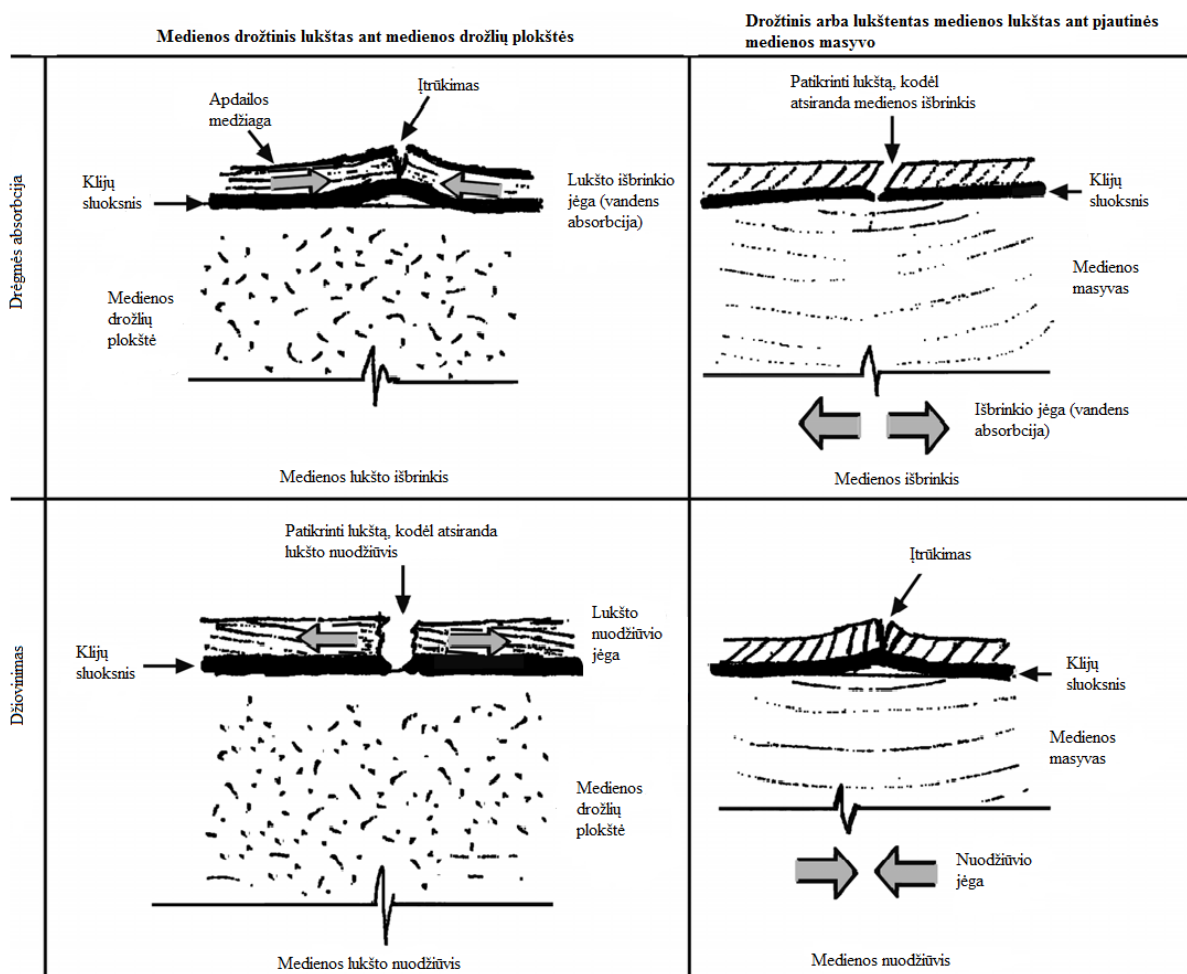
Medienos lukštas yra plonas, vienodo storio medienos lakštas, kurio storis paprastai svyruoja nuo 0,1 iki 3 mm. Tai yra nulukštinti nuo rąsto sukamajame tekimo būdu arba nudrožta nuo medienos ruošinių peilių pagalba. Lukštintas luštas dažniausiai skirtas faneros gamybai arba lenktiems gaminiams gaminti, o drožtinis luštas yra gaunamas iš daugiau vertingesnių ir labai dekoratyvinių medienos rūšių, skirti naudoti baldų gamybai, dekoruoti medienos drožlių plokštę, medienos plaušų plokštę, fanerą ir kitas plokštes. Tačiau klijuojant tiek drožtinį, tie luštentą medienos lukštą gali atsirasti defektų, kurie baldų gamyboje yra netoleruojami. Medienos lukšto defektai atsirandantys klijavimo metu yra pagrindiniai gamybos trūkumai. [28]

8 lentelė. Lukšto defektai atsirandantys klijavimo metu.

Defektai	Aprašymas
	Tepalų dėmės (įrangos dėmės) – dėmės ant išorinio lukšto sluoksnio, kuris dėl tepalų varvėjimo iš įrangos arba kaip lukštas liečiasi su tepaluotais paviršiais.
	Grandinės įspaudimas – vietinis įspaudimas ant išorinio sluoksnio, kurį sukelia konvejerio grandinė.

	<p>Klijų dėmės – dėmės, aptaškyti klijai ant lukšto paviršiaus. Gali atsirasti dėl įrangos gedimo arba dėl operatoriaus klaidos.</p>
	<p>Skylimas – lukšto klijavimo metu atsiradęs defektas, kuris tesiiasi per visą lukšto storį.</p>

Dauguma medienos lukšto paviršiaus problemų atsiranda dėl medienos nuodžiūvio ar išbrinkio. Medienos drėgmės pokyčiai sukelia matmenų pokyčius, kurie sukelia medienos skilimus, įtrūkimus ir paviršiaus deformaciją. 19 paveiksle pateikta kaip medienos drožtinio lukšto nuodžiūvis ir išbrinkis gali įtakoti paviršiaus kokybę. [29]



19 pav. Nuodžiūvio ir išbrinkio defektai drožtinio lukšto paviršiuje: paviršiaus deformacija, įtrūkimai, skilimai.

Medienos drožtinio lukšto paviršiaus kokybė priklauso tiek nuo paties lukšto, tiek nuo substrato ant kurio jis klijuojamas. Medienos drožtinio lukšto paviršius gaunamas kokybiškas, jeigu atitinka visus šiuos kriterijus:

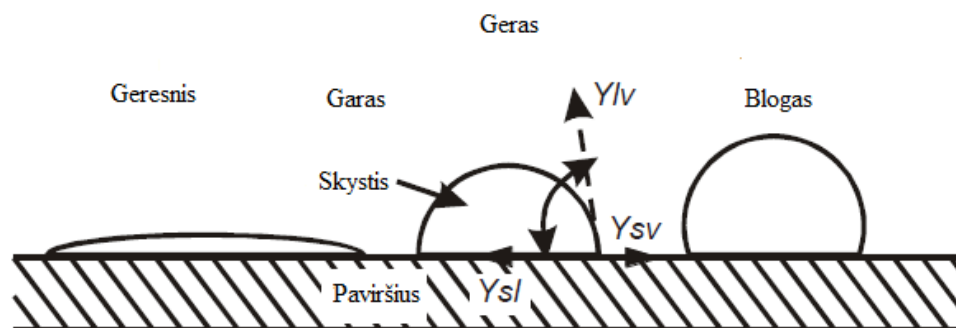
- Tiek medienos drožtinis lukštas, tiek substratas ant kurio klijuojamas lukštas turi panašias nuodžiūvio ir išbrinkio savybes;
- Medienos drožtinio lukšto ir substrato drėgmės kiekis yra panašūs viso klijavimo metu;
- Visos eksploatacijos metu atsiranda tik minimalūs drėgmės pokyčiai.

Tačiau, jeigu nors vienas iš šių kriterijų bus pažeisti, greičiausiai bus sukelti paviršiaus defektai, o medienos lukšto paviršius taps nekokybiškas.

1.7 Klijų vilgumo kampo nustatymas

Klijų sanklijos stipriui įtakos turi ne tik klijų rūšis ar klijavimo technologija, bet ir geras paviršiaus drėkinimas. Geras paviršiaus drėkinimas yra būtina sąlyga, siekiant užtikrinti klijų sanklijos stiprumą. Neteisingai naudojami klijai gali susilpninti sankliją. Todėl svarbu ištirti klijuojamų medžiagų vilgumo kampą.

Vilgumas – tai apdailos medžiagų ar klijų savybė įsigerti į medienos paviršių. Užlašinus skysčio lašą ant medienos paviršiaus, jis arba išsilieja ir susigeria į medienos paviršių, arba sufomuoja lašelį, kuris su paviršiumi sudaro tam tikrą kampą (1.16 pav.). Susidariusio kampo dydis priklauso nuo paviršiaus bei skysčio traukos jėgų bei skysčio paviršiaus įtempių. Paviršiaus įtempiai yra svarbus veiksnys, kuris parodo dangos gebėjimą drėkti ir prilipti prie paviršiaus. Apdailos medžiagų gebėjimas drėkinti paviršių pagerinamas naudojant tirpiklius su mažesniais paviršiaus įtempiais. Tačiau klijavimo procese, dažniausiai papildomi tirpikliai nėra naudojami, jie susilpnina klijų sanklijos stiprį. Paviršinio įtempio jėgų veikimas į skysčio lašą ant kieto kūno pavaizduotas 20 paveiksle. [30]



20 pav. Schematinis gero ir blogo drėkinimo pavyzdys.

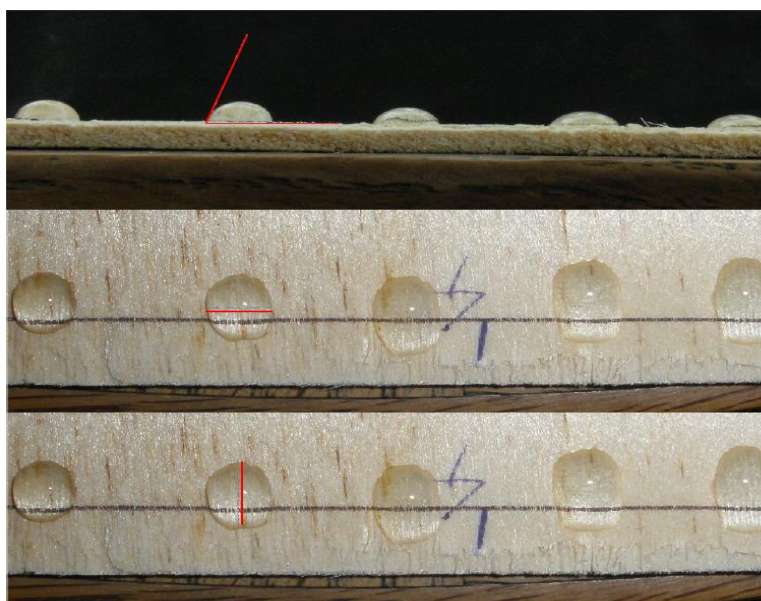
Kuo mažesnis kontaktinis kampas, tuo geresnis vilgumas, tuo geriau į medienos paviršių įsigeria klijai ar apdailos medžiagos.

9 lentelė. Vilgumo kampo ir vilgumo laipsnio ryšys.

<u>Vilgumo kampas</u>	<u>Vilgumo laipsnis</u>	<u>Kieto kūno ir skysčio sąveikos stipris</u>
$\theta = 0$	Puikus	Stiprus
$0 < \theta < 90^\circ$	Didelis	Stiprus/vidutinis
$90^\circ \leq \theta < 180^\circ$	Menkas	Silpnas
$\theta = 180^\circ$	Visiškai nendrėkinama	Silpnas

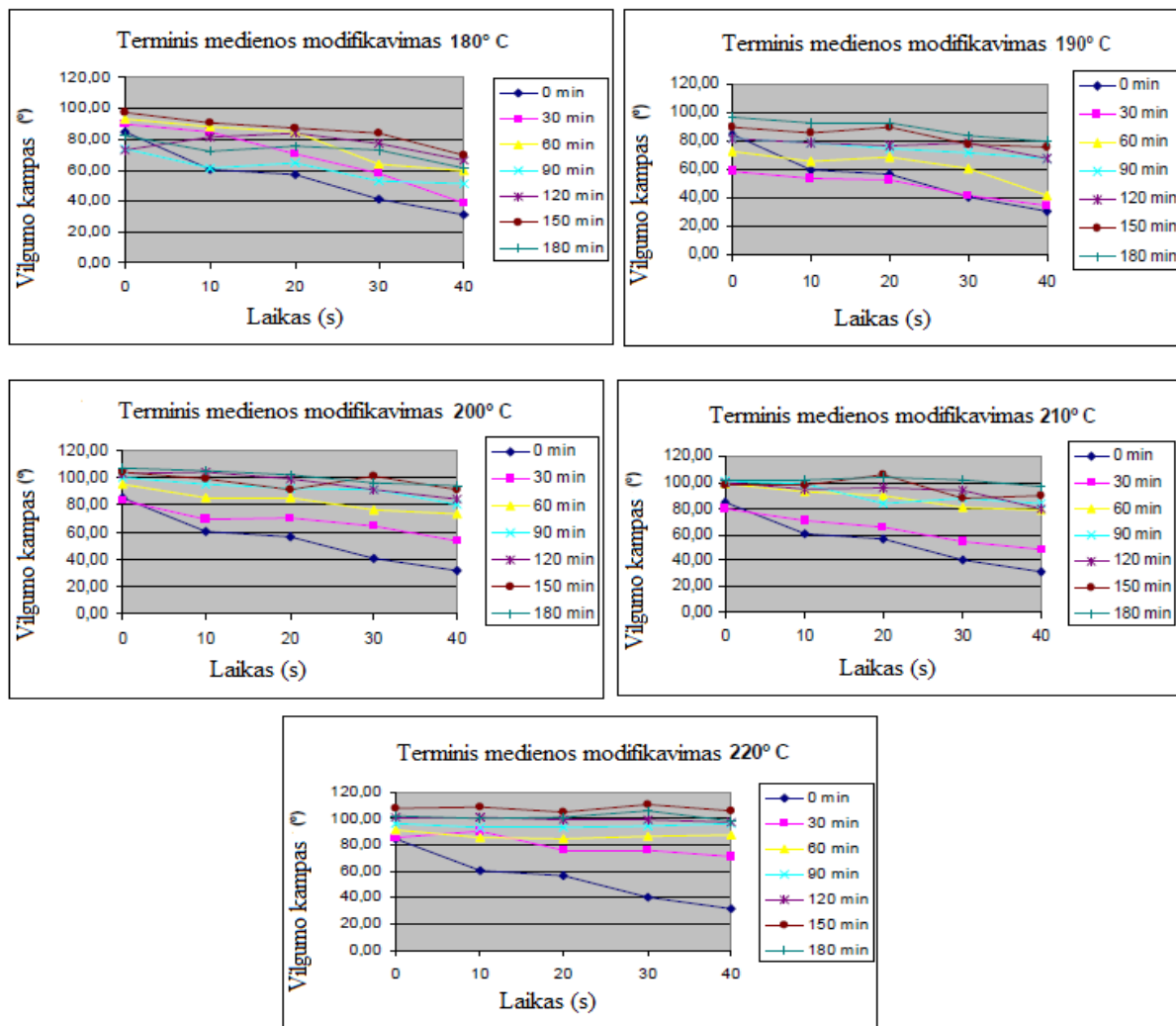
Kai vilgumo kampas θ lygus nuliui, skystis drėkina kietą kūną pilnai paviršiuje dydžiu, priklausančiu nuo skysčio klampos ir kieto kūno paviršiaus šiurkštumo. Sąlygiškai galima teigti, kad kūnas daugiau ar mažiau drėkinamas, kai kampas yra smailas. Kai kampas didesnis už 90° , galima sakyti, kad skystis paviršiaus nendrėkina. Kai kampas artimas 180° , paviršius visiškai nendrėkinamas.

Mokslininkai ištyrė, kaip terminis medienos lukšto modifikavimas įtakoja tuopos drožtinio lukšto vilgumą. Terminio apdorojimo įtaka drožtinio medienos lukšto drėkinimui nustatyta išmatuojant vilgumo kampo pokyčius per tam tikrą laiką. Tyrimui naudojamas tuopos medienos drožtinis lukštas, kurio storis 3 mm. Bandinių matmenys 100 x 100 mm. Vidutinis bandinių drėgmės kiekis buvo išmatuojamas gravimetriniu metodu, drėgmės kiekis buvo 6,5 % bandiniai buvo suskirstyti į 30 grupių po 5 vienetus kiekvienai terminio apdorojimo temperatūrai. Drožtinio lukšto bandiniai buvo supakuoti į aliuminio foliją, kad nebūtų bandinių sąlyčio su deguonimi ir ugnimi. Tuopos medienos bandiniai buvo modifikuojami 180°C , 190°C , 200°C , 210°C ir 220°C temperatūrose. Taip pat kiekvienoje temperatūroje bandiniai buvo laikomi skirtingus laikus: 30 min., 60 min., 90 min., 120 min., 150 min. ir 180 min. [31]



21 pav. Vilgumo kampo bandinių bendras vaizdas.

Po kiekvieno bandinių terminio modifikavimo, bandiniai buvo laikomi kambario temperatūroje 24 valandas. Vilgumo kampas buvo tiriamas ant paruoštų tuopos drožtinio lukšto bandinių užlašinant vandens lašą pipete ir kas 10 sekundžių nufilmuojant, kaip lašas keičiasi.



22 pav. Vilgumo kampo kitimas priklausomai nuo modifikavimo temperatūros ir trukmės.

Nustatyta, kad 180°C temperatūroje modifikuotos medienos vilgumo kampas visais atvejais yra mažėjantis, išskyrus kai modifikavimo trukmė yra 120 min. Šiuo atveju užlašinus lašą ant medienos paviršiaus, po 10 sekundžių pastebėtas vilgumo kampo padidėjimas, o poto pradėjo mažėti. Galima daryti išvadą, kad po 40 sekundžių vilgumo kampo matavimo modifikuotos medienos vilgumo kampas yra didesnis nei nemedifikuotos medienos. Modifikavimo temperatūrai didėjant, vilgumo kampo skirtumai tapo akivaizdūs. Vilgumo kampo rezultatai, kai mediena modifikuojama 190°C temperatūroje 90, 120, 150 ir 180 min. yra panašūs, o trumpesnių modifikavimo laikų rezultatai yra panašūs į kontrolinius bandinius (neapdoroto medienos lukšto).

Didinant modifikavimo temperatūrą vilgumo kampo rezultatai buvo panašūs visais modifikavimo laikais. Paveiksle matyti, kad vilgumo kampo mažėjimas yra lėtesnis kai didėja modifikavimo temperatūra. Taigi galima daryti išvadas, kad terminis medienos modifikavimas

padidina tuopos medienos drožtinio lukšto paviršiaus hidrofobiškumą ir sumažina vandens lašo pasiskleidimą ant medienos paviršiaus.

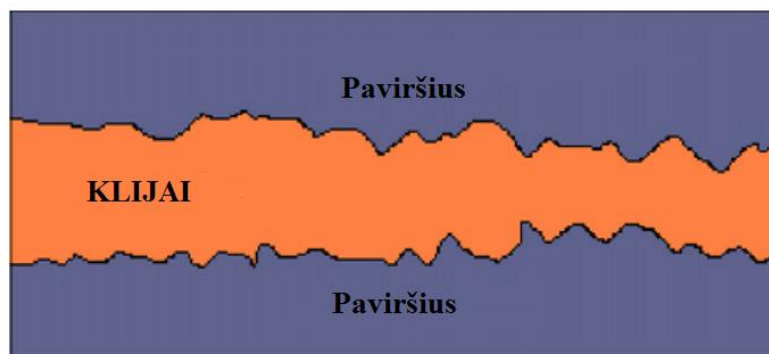
1.8 Mechaninės adhezijos teorija.

Adhezija – tai dviejų skirtingų kietųjų kūnų, kietojo kūno ir skysčio arba nesimaišančių skysčių susiliečiančių paviršių sukibimas dėl kūnų dalelių sąveikos. Adhezija matuojama jėga arba darbu, kuris reikalingas susiliečiančių kūnų paviršiaus vienetiniam plotui perskirti. Adhezija yra pagrįstas klijavimo procesas, dažymas, elektrocheminis dengimas. Adhezijos stiprumą lemia susiliečiančių medžiagų fizikinė ir cheminė prigimtis, paviršių švarumas, lietimosi plotas, vidiniai įtempiai.

Nepaisant plataus klijų vartojimo, atsiranda nemažai klijavimo technologijos problemų. Išskiriamos pagrindinės priemonės ir teorijos, kurios paaiškina sukibimo procesą. Šios teorijos yra:

- 1) Adsorbcinė adhezijos teorija;
- 2) Mechaninė adhezijos teorija;
- 3) Difuzinė adhezijos teorija;
- 4) Elektrinė adhezijos teorija.

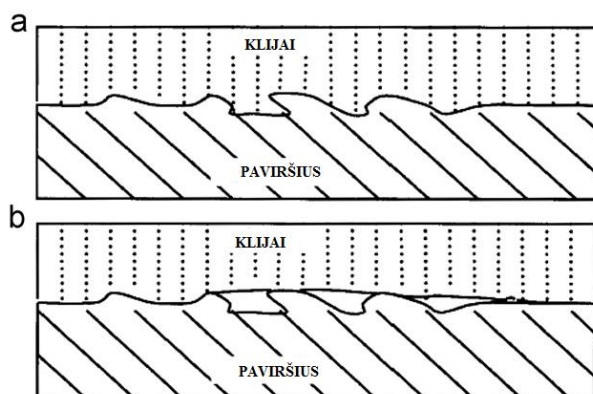
Pagrindinių adhezyvinės sąveikos mechaninės teorijos šaltiniu laikoma mechaninė klijų sankiba su šiurkščiu substrato paviršiumi. Mechaninės adhezijos teorijos veikimo mechanizmas apibūdinamas: adhezyvas sukimba su substratu dėka paviršiaus nelygumų. Todėl labai svarbus faktorius adhezijoje yra substrato paviršiaus šiurkštumas, jo paruošimas bei paviršinė energija. [32]



23 pav. Iliustruota mechaninė adhezija tarp dviejų medienos paviršių.

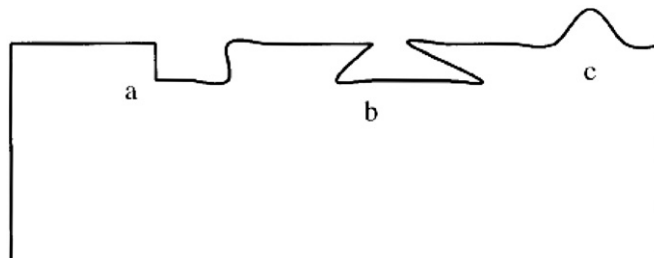
Medienos paviršiaus šiurkštumas ir poringumas yra pagrindinis veiksnys tiek didinant sanklijos stiprį, tiek didinant drėkinamumą. Todėl mechaninė adhezijos teorija yra susijusi su klijuojamo paviršiaus šiurkštumo laipsniu. Padidinti medienos paviršiaus šiurkštumo laipsnį galima,

ją apdirbant mechaniškai arba chemiškai. Padidėjęs paviršiaus šiurkštumas padidina klijų šlyties stiprį, o padidėjęs drėkinamumas padidina atsparumą tempimui. [33]



24 pav. Paviršiaus drėkinamumo įtaka mechaninei adhezijos teorijai. a – pakankamas paviršiaus drėkinimas, b – menkas paviršiaus drėkinimas.

Atliekant mechaninį medienos paviršiaus apdirbimą, kad padidinti paviršiaus šiurkštumą, dažnai stebimas ir klijų sanklijos stiprio padidėjimas. Tačiau toks apdirbimas ne visada padeda susidaryti zonoms užtikrinančioms mechaninį paviršių sukibimą su kliais. Pagrindinis mechaninio apdirbimo, vykdomo gamybos sąlygomis, tikslas yra medienos paviršiaus valymas nuo nešvarumų, mašininės alyvos, tepalų ir kt., kas pagerina tolesnę suvilgymą kliais ir pašalina silpną ribinį sluoksnį, pagal kurį, esant apkrautam sujungimui, gali praeiti priešlaikinio suirimo zona. [34]



25 pav. Trijų tipų paviršiaus nelygumai.

As van Leeden ir Frens pasiūlė, kaip apibūdinti ir pavaizduoti trijų paviršiaus pažeidimų tipus. A ir B paviršiaus pažeidimai yra sudaryti mechaniškai apdirbant medienos paviršių. Šiuose matomuose paviršiaus nelygumuose susikaupia kliai, kurie padidina sanklijos stiprį. A ir B paviršiaus pažeidimų tipų sanklijos stipris priklauso nuo veikiančios jėgos, jos veikimo kryptimi. [35]

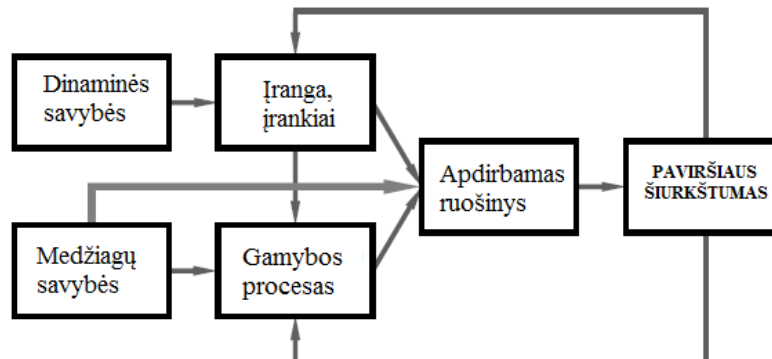
Cheminiai paviršiaus apdirbimo būdai naudojami tada, kai mechaninis apdirbimas neleidžia gauto reljefo, užtikrinančio mechaninio sukibimo atsiradimą. Tačiau būtina stebėti, kad paviršiniai sluoksniai netaptų itin netvirti ir trapūs. Susidarant mikroplyšinei substratų paviršiaus topografijai, pastebimas stiprumo padidėjimas. Kai substrato paviršiuje pažeidžiamas pluoštas, kad

padidinti jo galimybę tvirčiau sukibti, adhezinio sujungimo bandymo metu pastebimas žymus adheziinių sujungimų stiprumo padidėjimas.

Taigi, išanalizavus mokslinę literatūrą, galima teigti, kad mechaninė adhezijos teorija tam tikromis sąlygomis dalinai aiškina adheziinių sąveikų mechanizmą. Tačiau būtinas specialus substrato paviršiaus apdirbimas, pakeičiant jo paviršiaus topografiją. Tačiau iš tikrųjų substrato ir adhezyvo sukibimo padidėjimas būna dėl kitų priežasčių: pirmiausia dėl efektyvaus silpno sluoksnio pašalinimo nuo substrato paviršiaus, tarpfazinio kontakto pagerinimo (drėkinimo laipsnio ir kontaktinio kampo padidinimo) ir disipacinės energijos adhezyve sustiprinimo.

1.9 Paviršiaus šiurkštumo įtaka sanklijos stipriui

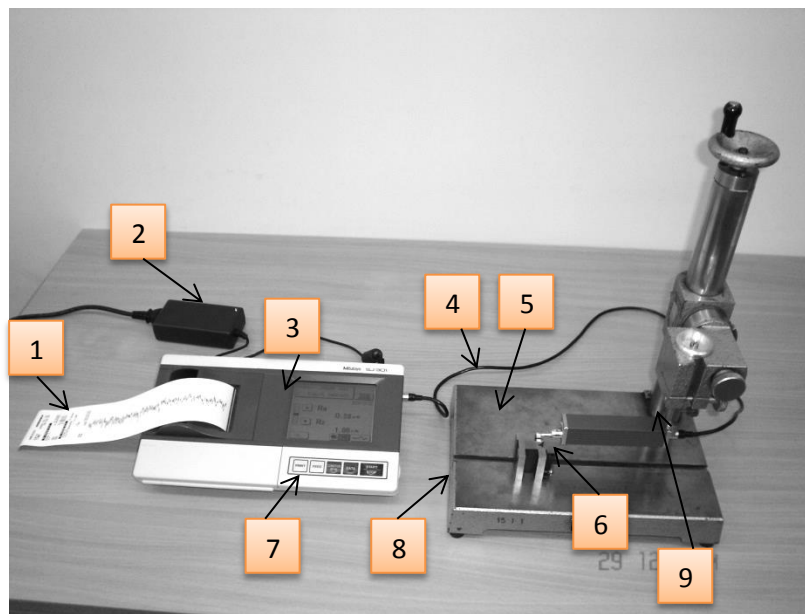
Nors medienos privalumai kaip inžinerinės medžiagos yra neabejotini, tačiau medienos produktų gamyba yra gana didelis iššūkis. Kad gauti norimą medienos formą ar gaminio dydį, privaloma medieną pjaustyti, obliuoti, frezuoti ir kt. mechaniškai apdirbti. Medienos paviršiaus šiurkštumas priklauso nuo mechaninio medienos apdirbimo, naudojamų įrankių kokybės. Taip pat medienos paviršiaus šiurkštumui įtakos turi ir pačios medienos anatominės savybės, struktūra, tankis ir drėgnis.



26 pav. Veiksniai įtakoiantys gamybą ir paviršiaus šiurkštumo vertinimą.

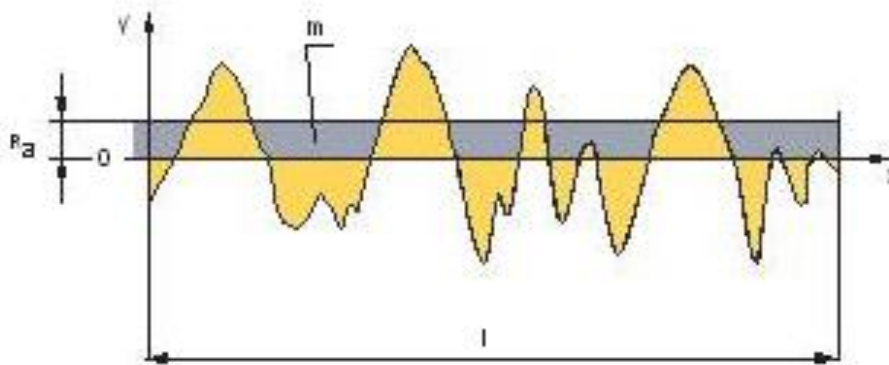
Paveiksle pavaizduota modifikuota struktūrinė schema: sąveikos tarp įvairių faktorių, turinčių įtakos gaminamo ruošinio išorinio paviršiaus reljefui. Analizuojant paveikslą, galima teigti, kad paviršiaus šiurkštumas priklauso nuo naudojamų apdirbimo įrankių ir įrangos, taip pat nuo pačio gamybos proceso. Medžiagų savybės turi įtakos tiek gamybos procesui, tiek apdirbamo ruošinio kokybei, nuo kurių priklauso paviršiaus šiurkštumas. Taip pat nuo naudojamų medienos apdirbimo įrankių ir įrangos priklauso tiek gamybos procesas, tiek apdirbamo ruošinio kokybė. Taigi, galima teigti, kad visi faktoriai, tiek gamybos technologija, tiek medienos savybės ar naudojami įrankiai ir įranga, įtakoja medienos paviršiaus šiurkštumą. [36]

Paviršiaus šiurkštumui matuoti naudojama daug matavimo priemonių: veikiančių nekontaktiniu, kontaktiniu ir subjektyviuoju matavimo metodais. Nekontaktinių metodų prietaisų privalumas tas, kad jie neliečia matuojamojo paviršiaus, todėl jo nesuraižo ar kitaip nepažeidžia. Tokie prietaisai dažniausiai būna optiniai ir interferenciniai. Kontaktiniu metodu veikiančys prietaisai matuojamąjį paviršių liečia matavimo antgaliu (adata arba liestuku), kurio judesiai optiniu-mechaniniu, elektromechaniniu arba kitais būdais perduodami į prietaiso skalę arba užrašomi ant popieriaus. Kontaktiniam metodui dažniausiai naudojami paprastieji profilometrai ir profilografai. Jie padidina profilio vaizdą ir užrašo jį ant popieriaus. Taip pat prietaiso ekrane parodo pasirinktų šiurkštumo parametrų reikšmes. Subjektyvieji metodai remiasi vizualine apžiūra ir pavyzdžių lyginimu su etalonais. [37]



27 pav. Paviršiaus šiurkštumo matuoklio SJ-301 bendras vaizdas.

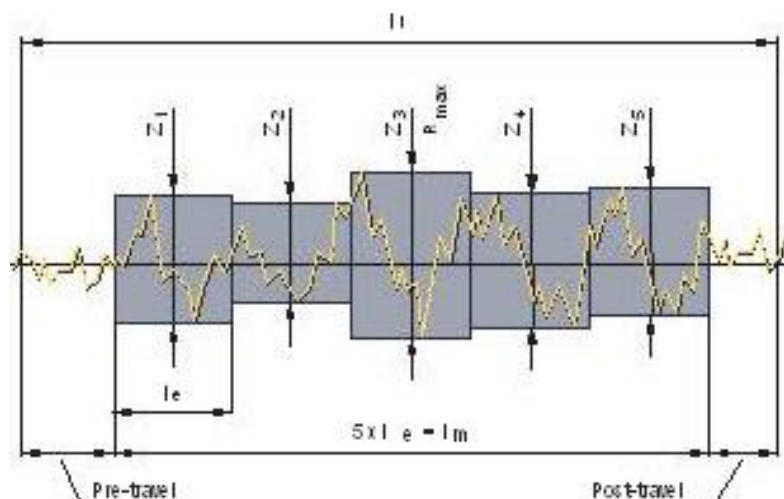
Paviršiaus šiurkštumo matuoklis SJ-301 skirtas darbui gamybos sąlygomis. Paviršiaus profilis matuojamas braukiant per jį deimantine adata. Pasirinkti šiurkštumo parametrai parodomi prietaiso ekrane arba šie parametrai gali būti atspausdinti įmontuotu spausdintuvu. Paveiksle pavaizduota principinė paviršiaus šiurkštumo matuoklio schema: 1 – profilograma; 2 – maitinimo blokas; 3 – prisilietumui jautrus ekranas; 4 – valdymo kabelis; 5 – matavimo adata; 6 – adatos judesio pavara; 7 – valdymo mygtukų juosta; 8 – matuojama detalė; 9 – pavaros tvirtinimo įtaisas. Paviršiaus šiurkštumu vadiname mikrogometrinių paviršiaus nelygumų visumą, kai paviršiaus profilį sudarantys mikronelygumai kartojasi palyginti mažu žingsniu. Paviršių šiurkštumas pagal standartus ISO 4287, DIN 4768, GOST 2789 ir kt. vertinamas daugeliu parametru. [38]



28 pav. Parametro R_a geometrinė interpretacija profilogramoje: m – vidurio linija; l – bazinis ilgis.

Parametras R_a – tai vidutinis aritmetinis nelygumų nuokrypis. Tai nuokrypių nuo vidurinės linijos absoliučiuųjų reikšmių aritmetinis vidurkis per visą bazinį ilgį. R_a yra dažniausiai naudojamas parametras paviršiaus šiurkštumui apibūdinti. Parametrą R_a galima apskaičiuoti pagal formulę:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx$$



29 pav. Schema parametro R_z skaičiavimui: l_e – bazinis ilgis; l_m – bendras vertinamas ilgis.

Parametras R_z – tai profilio mikronelygumų Z_i vidutinis aukštis, kuris apskaičiuojamas pagal formulę: [39]

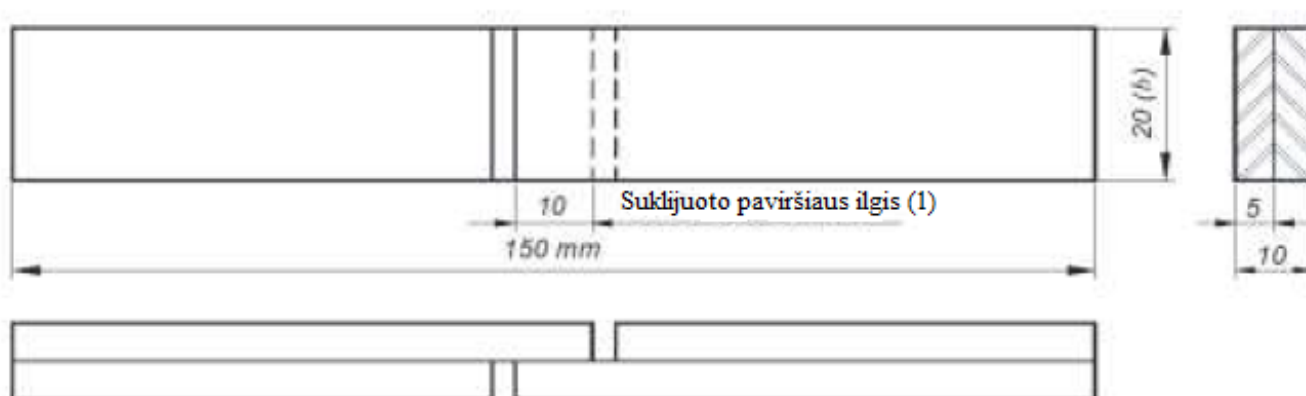
$$R_z = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 Z_i$$

Parametras R_{max} – tai didžiausias profilio mikronelygumų aukštis. Kartais šis parametras dar vadinamas $R_{y_{max}}$. Rečiau naudojami parametrai paviršiaus šiurkštumui apibūdinti:

- 1) S_m – vidutinis mikronelygumų žingsnis;
- 2) S – vidutinis mikronelygumų pagal žingsnis pagal viršūnes;
- 3) t_p – profilio santykinis atraminis ilgis.

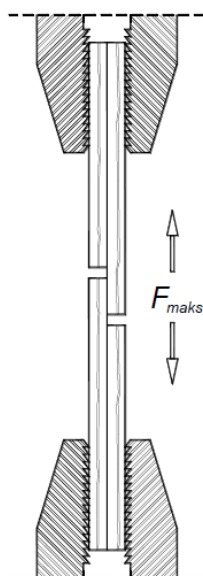
Turkijos mokslininkai atliko tyrimą, kurio tikslas nustatyti paviršiaus šiurkštumo įtaką sanklijos stipriui. Tyrimui naudojama vyšnios, rytų buko, paprastosios pušies ir kedro mediena, kuri auginama Turkijos regione. Bandiniai atrinkti atsižvelgiant į TS 2470 standarto reikalavimus, naudojant tokius kriterijus: natūralios spalvos vienodumas, tekstūros lygumas, šerdies vienodumas, šakų nebūvimas, mediena nėra pažeista grybelio arba vabzdžių. Bandinių klijavimui naudojami dviejų rūšių klijai: polivinil acetatas (PVAc) ir poliuretanai (PUR). PVAc klijus gamina Kleiberit, kurių kodas 303, tai klijai, kurie yra vieno komponento, o savitasis tankis yra $1,10 \text{ g/cm}^3$ esant 20°C temperatūrai. PUR klijus gamina Kleiberit, kurių kodas 501, tai klijai, kurie yra vieno komponento, o jų savitasis tankis yra $1,13 \text{ g/cm}^3$ esant 20°C temperatūrai. [40]

Bandiniai buvo ruošiami laikantis ASTM D 1666-87 standarto reikalavimų. Tyrimui naudojama 240 vienetų bandinių, kurių matmenys $650 \times 55 \times 5 \text{ mm}$. Paruošti bandiniai buvo laikomi gerai vėdinamoje patalpoje, kurioje nėra tiesioginių saulės spindulių poveikio. Patalpos, kurioje buvo laikomi bandiniai, vidutinė temperatūra buvo $20 \pm 2^\circ\text{C}$, o santykinė oro drėgmė - $65 \pm 5\%$. Tokiomis sąlygomis bandiniai buvo laikomi tol, kol pasiekė pastovų svorį. Pagal TS 2471 standartą nustatytas bandinių vidutinis drėgmės kiekis buvo $12 \pm 5\%$.



30 pav. Tyrime naudoto bandinio schema.

Laikantis klijų gamintojo reikalavimais, klijai ant vieno iš klijuojamų paviršių buvo užtepami teptuku, naudojamas klijų kiekis $160\text{-}180 \text{ g/m}^2$. Bandinių presavimo slėgis $0,9 \text{ N/mm}^2$, spaudimo laikotarpis 24 h. Bandiniai buvo klijuojami laikantis TS LT 204 standarto reikalavimais.



31 pav. Principinė šlyties stiprio tyrimo schema.

Šlyties tempimo stipris buvo nustatomas laikantis TS EN 205 standarto reikalavimais. Bandymai buvo atliekami taikant 50 mm/min statinio tempimo apkrovą. Pagal gautą didžiausios jėgos (F_{max}) rezultata apskaičiuotas sanklijos stipris.

10 lentelė. Bandinių klasifikavimas pagal paviršiaus šiurkštumą.

Klasifikacija		MEDIENOS RŪŠIS IR PAVIRŠIAUS ŠIURKŠTUMAS (μm)											
		Vyšnia			Rytų bukas			Paprastoji pušis			Kedras		
		Min	Max	\bar{X}	Min	Max	\bar{X}	Min	Max	\bar{X}	Min	Max	\bar{X}
1 grupė	R_a	2.93	3.08	3.00	4.85	5.10	4.95	3.96	4.57	4.27	3.81	4.03	3.92
	R_z	19.82	21.09	20.94	29.74	31.93	30.66	21.69	23.86	22.70	21.09	23.70	22.09
	R_y	23.92	27.88	25.92	37.26	39.66	38.47	30.46	32.89	31.52	26.64	30.13	27.15
2 grupė	R_a	3.69	3.88	3.78	5.15	5.46	5.28	4.14	4.59	4.38	4.08	4.35	4.22
	R_z	22.54	24.29	23.51	30.19	31.78	31.17	23.03	25.17	24.20	22.59	25.16	23.97
	R_y	29.02	31.33	30.16	38.69	39.67	39.26	31.61	33.91	32.76	27.94	31.57	30.31
3 grupė	R_a	3.92	4.17	4.03	5.32	5.72	5.54	4.29	4.74	4.54	4.31	4.58	4.42
	R_z	22.23	25.44	24.04	31.39	33.13	32.39	24.64	26.93	25.66	23.49	26.20	24.28
	R_y	27.98	32.59	30.42	39.38	42.63	41.02	32.12	35.70	34.37	29.12	32.97	30.39

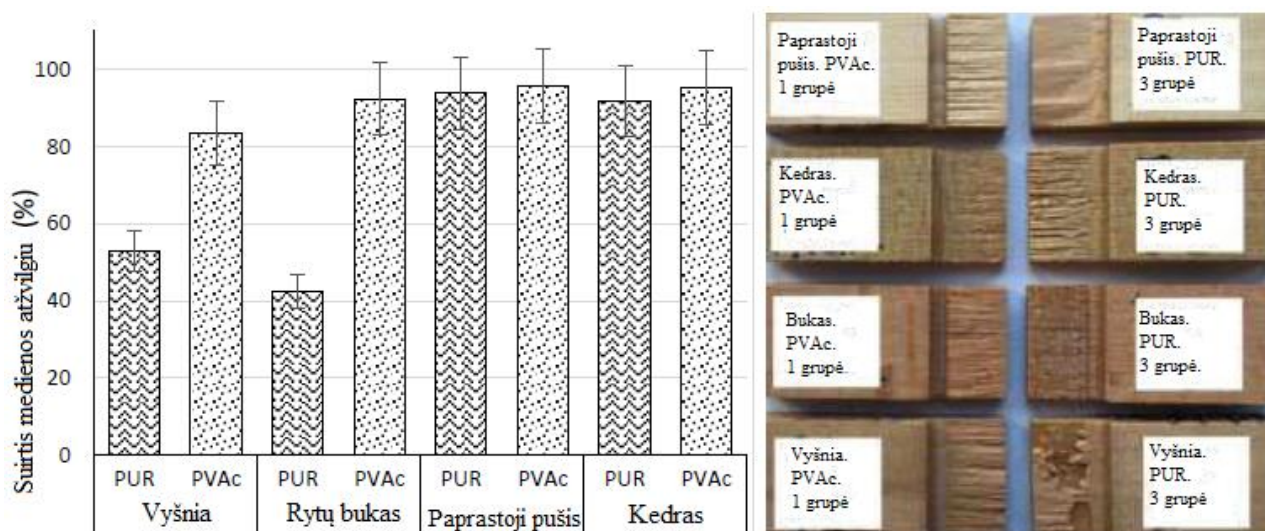
Tyrimo naudojami bandiniai buvo sugrupuoti į tris grupes, priklausomai nuo pastūmos greičio. Pirmosios grupės bandinių pastūmos greitis buvo 6 m/min., antrosios – 9 m/min. ir trečiosios – 12 m/min. Bandinių paviršiaus šiurkštumo rezultatai pagal grupes ir medienos rūšis pateikiami 1.9 lentelėje. Visų tiriamų medienos paviršiaus šiurkštumas 1 grupės buvo mažiausias. Paviršiaus šiurkštumas didėjo, didėjant obliavimo pastūmos greičiui. Šis rezultatas buvo gaunamas

kitų mokslininkų darytuose tyrimuose, taigi paviršiaus šiurkštumas didėja, didėjant obliavimo pastūmos greičiui. [41]

11 lentelė. Sanklijos stiprio rezultatai pagal medienos rūšis ir paviršiaus šiurkštumą.

Medienos rūšis/ klijų rūšis		Paviršiaus šiurkštumo grupė ir sanklijos stipris (N/mm ²)								
		1 grupė			2 grupė			3 grupė		
		Min	Max	\bar{X}	Min	Max	\bar{X}	Min	Max	\bar{X}
Vyšnia	PVAc	9.59	11.90	10.86	9.19	10.93	10.19	8.34	10.22	9.47
	PUR	8.96	10.96	10.13	7.17	9.63	7.82	5.40	7.94	6.49
Rytų bukas	PVAc	11.47	13.22	12.42	10.86	12.20	11.68	8.77	11.52	10.37
	PUR	7.15	8.16	7.74	6.47	8.01	7.27	5.48	7.91	6.11
Paprastoji pušis	PVAc	3.71	4.64	4.19	3.28	4.36	3.85	3.37	3.90	3.61
	PUR	3.05	3.99	3.59	2.92	3.99	3.41	2.64	3.75	3.23
Kedras	PVAc	5.00	6.66	5.80	3.63	5.06	4.48	3.63	5.47	4.25
	PUR	3.68	4.62	4.27	3.13	4.67	3.87	2.85	4.07	3.59

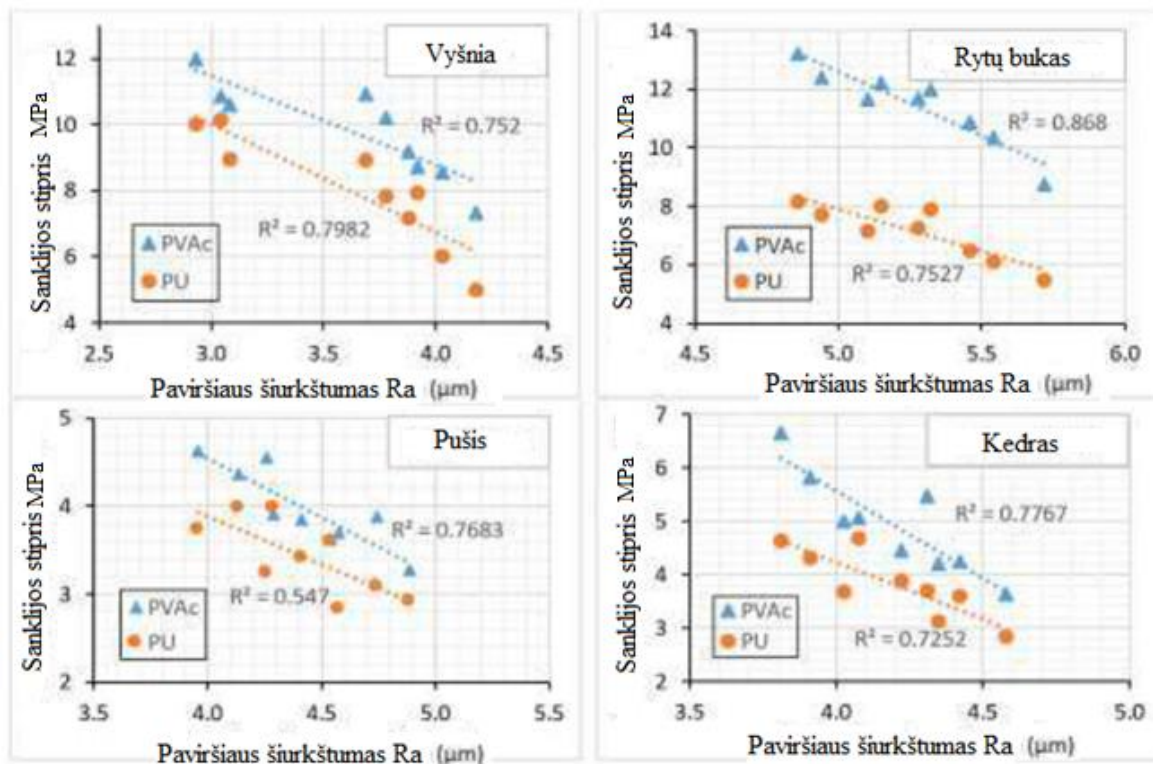
Sanklijos stiprio rezultatai pagal medienos rūšis, klijų tipą ir paviršiaus šiurkštumą pateikiami 10 lentelėje. Nustatyta, kad sanklijos stiprio vertė kiekvienos medienos rūšies, klijų rūšies ir paviršiaus šiurkštumo grupės yra skirtingos.



32 pav. Bandinių suirtis medienos atžvilgiu.

Suirtis medienos atžvilgiu parodo, kokia dalis bandinio suiro per klijų sankliją, o kokia dalis – per medieną. Jei bandinys suyra per medieną tai reiškia, kad sanklija yra stipresnė už pačią medieną. Gaunama, kad PVAc klijų suirties per medieną procentinė dalis yra didesnė nei PUR klijų. Nors PUR klijai geriau įsiskverbia į medienos paviršių, tačiau PVAc klijai rodo, kad jų sanklijos stuktūra yra stipresnė ir lankstesnė. Mokslininkai Zheng ir Bastani teigia, kad kylą

sunkumų nustatant tiesioginius skirtumus tarp klijų išsiskverbimą į medienos paviršių ir sanklijos elgseną bandymo metu. [42]



33 pav. Medienos paviršiaus šiurkštumo įtaka sanklijos stipriui.

Didžiausias sanklijos stipris ($12,42 \text{ N/mm}^2$) gaunamas rytų buko medienos pirmoje paviršiaus šiurkštumo grupėje, kai bandiniai klijuojami su PVAc klijais, o mažiausias sanklijos stipris ($3,23 \text{ N/mm}^2$) gaunamas paprastosios pušies medienos trečioje paviršiaus šiurkštumo grupėje, kai bandiniai klijuojami su PUR klijais. Nustatyta, kad paviršiaus šiurkštumas ir klijų rūšis turi įtakos sanklijos stipriui. Rezultatai parodė, kad didžiausias sanklijos stipris buvo gautas, kai vyšnios, paprastosios pušies, rytų buko ir kedro medienos paviršiaus šiurkštumas buvo mažas, o bandiniai klijuojami su PVAc klijais. Kad PVAc klijai turi didelę reikšmę sanklijos stipriui lyginant su PUR klijais rodo kitų mokslininkų atlikti tyrimai. [43]

Atliktame tyrime nustatyta, kad paviršiaus šiurkštumui padidėjus, sanklijos stipris sumažėja. Panašūs rezultatai buvo rasti ir kitoje literatūroje, kuri rodo, kad medienos paviršiaus nelygumai paveikia sanklijos stiprį. [44]

Išanalizavus mokslinę literatūrą galima teigti, kad paviršiaus šiurkštumas įtakoja sanklijos stiprį. Kiekvienos tiriamos medienos rūšies sanklijos stipris gaunamas didžiausias, kai paviršiaus šiurkštumas yra mažesnis. Taip pat analizuojant tyrimo rezultatus matyti, kad PVAc klijų sanklijos stipris visais atvejais yra didesnis už PUR klijų, nors PUR klijų įgertis į medienos paviršių yra geresnė.

1.6 Tiriamojo darbo uždaviniai

Remiantis išanalizuotais moksliniais straipsniais, galima teigti, kad PChP klėjai gali būti naudojami ne tik batų pramonėje, bet ir baldų gamyboje: klėjoti medienos drožtinį lukštą, klėjoti medienos ruošinius tarpusavyje ir kt. Tereikia, tinkamai pasirinkti klėjavimo režimą, klėjavimo technologiją, apdailinimo technologiją po suklijavimo, pvz.: parinkus tinkamą klėjavimo technologiją, bet blogą apdailinimo būdą gali, atsirasti paviršiaus defektų.

Apžvelgus magistriniame darbe naudojamus mokslininkų atliktus tyrimus, suformuluoti tiriamojo darbo uždaviniai, nustatyti:

1. Tiriamų medienos rūšių savybes: drėgnį ir vilgumo kampą;
2. Medienos rūšies įtaką PChP klėjų sanklijos stipriui;
3. Atviro išlaikymo trukmės įtaką sanklijos stipriui;
4. PChP klėjų ir PVAc klėjų įtaką sanklijos stipriui;
5. PChP klėjų formuojamos sanklijos stiprį;
6. Medienos paviršiaus šiurkštumo įtaką PChP klėjų sanklijos stipriui.

Šie tiriamojo darbo uždaviniai išsikelti remiantis tikslu: ištirti faneravimo defektų atsiradimo priežastis ir nustatyti būdus kaip jų išvengti.

2. TYRIMŲ METODIKA

2.1 Tyrimams naudotos medžiagos

Tyrimams naudojami polichloropreniniai klijai, pasirinkti kontaktiniai klijai Kleiberit C 114/5. Tyrimė naudojamų PChP klijų charakteristika pateikiama 11 lentelėje. [45]

12 lentelė. Polichloropreninių klijų KLEIBERIT C 114/5 techniniai duomenys.

Klijų charakteristika	Aprašymas
Klijų bazė	Polichloroprenas
Tankis	Apie 0,87 g/cm ³
Klampus, pagal Brookfield	2700 ± 300 mPa*s
Spalva	Smėlio
Kietėjimo metodas	Klijai kietėja tirpikliui garuojant
Tirpiklio garinimo laikas	Be kietiklio: 10-20 minučių; Su kietikliu: 10-15 minučių.
Tolimesnis apdirbimas	Iškart po suklijavimo
Galutinis suklijavimo stiprumas	Po 72 valandų
Senėjimas	Netampa trapūs
Atsparumas	Atsparumas temperatūrai: be kietiklio iki 80°C, su kietikliu virš 100°C. Geras atsparumas alifatinams angliavandeniams, alkoholiui, vandeniui, praskiestiems šarmams ir neoksiduojančioms rūgštims.
Klijavimas	Klijuojamos detalės turi būti švarios ir be riebalų. Ideali darbinė temperatūra 18-20°C. Nenaudoti, aplinkos temperatūrai esant žemiau 15°C. Idealus medienos drėgnumas 8-12 %.
Klijų užnešimo būdai	<ul style="list-style-type: none"> • Dažymo teptukas, mentelė; • Klijų užnešimas pistoletu; • Specialiu klijų užnešimo voleliu.

PChP klijais klijuojamas trijų rūšių medienos drožtinis lukštas: klevo, ažuolo ir riešuto. Kaip pagrindas naudojama 18 mm medienos drožlių plokštė (MDP). Medienos ir MDP savybės pateikiamos 12 lentelėje.

13 lentelė. Drožtinio medienos lukšto ir MDP savybės: drėgnis ir tankis.

Medienos rūšis	Tankis, kg/m ³	Drėgnis, %
Klevas	640	6,6
Ažuolas	690	6,7
Riešutas	590	8,2
MDP	650	9,0

Taip pat tyrimui naudojamas aukšto slėgio laminatas (HPL). HPL laminatas – tai padidinto atsparumo aukštai temperatūrai sluoksniuota medžiaga, gaunama aukštoje temperatūroje

(apie 150°C) dideliu slėgiu (7 – 9 MPa) presuojant kelis sluoksnius popieriaus. HPL laminato techniniai duomenys pateikiami 13 lentelėje.

14 lentelė. HPL laminato techniniai duomenys.

Teciniai duomenys	Aprašymas
Tankis	1,4 g/cm ³
Atsparumo riba lenkimui	>140 MPa
Atsparumo riba tempimui	>100 MPa
Vandens įgeriamumas (500 val.)	max 3,7 %

Natūralus temperatūros ir drėgmės kitmas nedaro įtakos HPL laminato savybėms, medžiaga atlaiko aukštą temperatūrą ir išsaugo savo fizines bei technines charakteristikas. Ilgalaikiai dideli temperatūrų ir drėgmės svyravimai nuo sauso klimato iki 90 % santykinės drėgmės, nekeičia HPL laminato išorinio vaizdo ir savybių.

2.2 Bandinių paruošimas, naudojama įranga ir tyrimų metodika

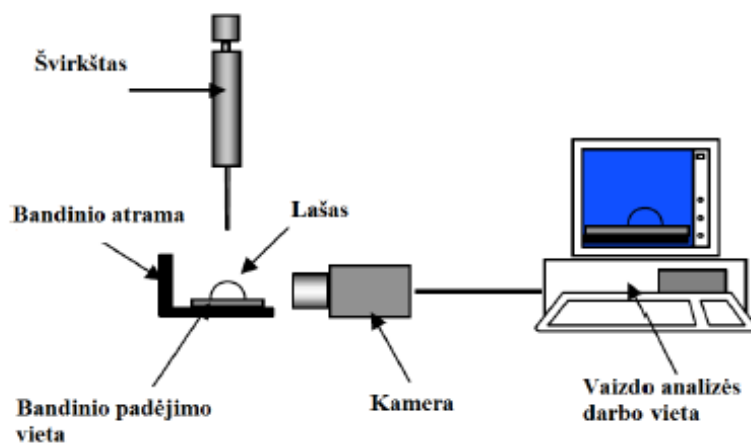
Norint sužinoti kokie veiksniai veikia sanklijos stiprumą ir klijuojamų paviršių defektų atsiradimą, pirmiausia reikia ištirti gamintojo rekomenduojamas klijų užnešimo ir naudojimo technologijas. PChP kontaktiniai klijai Kleiberit C114/5 yra ypatingai stiprūs ir itin atsparūs temperatūrai. Pagal gamintojo rekomendacijas šiems klijams reikalingas atviras išlaikymas, t.y. tolygiai, vienodu sluoksniu užtepus klijus ant abiejų klijuojamų paviršių, reikia palaukti apie 10 - 15 minučių kol išgaruos skiediklis. Klijavimo metu, klijai neturi temptis siūlais, bet turi būti lipnūs. Šis metodas vadinamas piršto metodu.

Atviras klijų išlaikymas – tai procesas, kai užtepti klijai ant klijuojamų paviršių laikomi atvirai, kol išgaruoja tirpiklis, esantis klijuose. Šis procesas būdingas kontaktiniams klijams, kurių sukibimas yra momentinis.

Medienos drožtinio lukšto drėgnis nustatytas naudojant elektrinę krosnelę SNOL 25/2M ir laboratorines svarstyklės EK-i. Klevo, ąžuolo ir riešuto medienos lukšto bandiniai, kurių matmenys 200x100 mm, kaitinami elektrinėje krosnelėje 110°C temperatūroje 4 val. Nustatyta bandinių masė prieš kaitinimą ir absoliučiai sausos medienos masė. Pagal gautus duomenis apskaičiuotas kiekvienos medienos drėgnis. Absoliučiai sausos medienos masė yra tada, kai po trijų pakartotinių svėrimų gaunama vienoda masė.

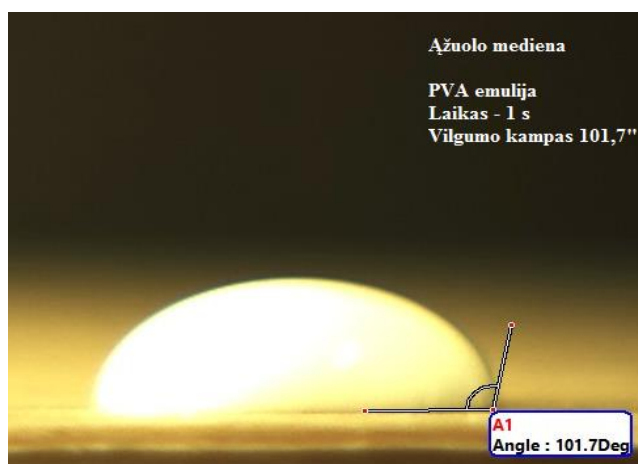
Vilgumo kampo nustatymas atliktas naudojant automatizuotą lašo formos analizės metodą, o vilgumo kampas išmatuotas kompiuterine programa „Motic Image plus“. Tirta PChP klijai, polivinilacetatiniai klijai ir vanduo, jo rezultatai naudojami kaip atskaitos taškas. Pro 2 mm

skersmens angą iš 15 mm aukščio ant ruošinių užlašinamas klijų lašas. Specialiu mikroskopu ir naudojant kompiuterinę programą, tam tikrais laiko intervalais fiksuotos lašelio nuotraukos ir išmatuotas vilgumo kampas θ , kuris parodo medienos drėkinimą.



34 pav. Vilgumo kampo nustatymo įrangos principinė schema.

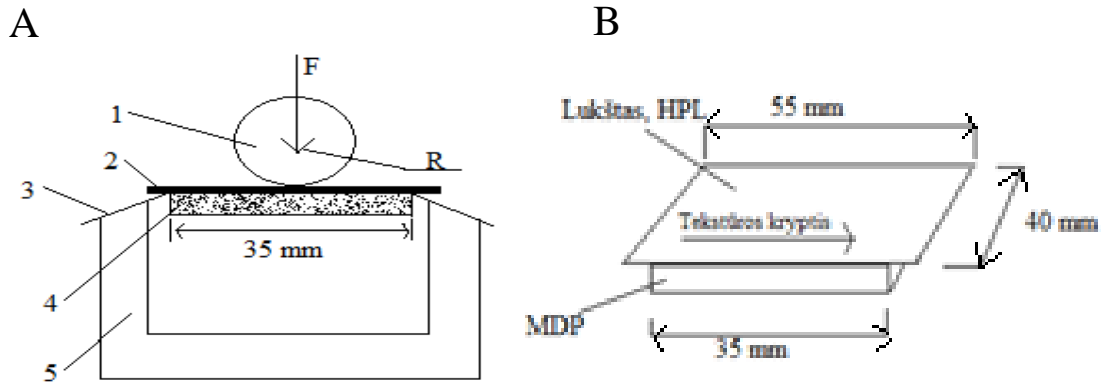
Vilgumo kampas nustatytas, naudojant automatizuotą lašo formos analizės metodą. Naudojama Moticam 1000 1,3 megapikselių kamera, 0,2 mm skersmens angą turintis švirkštas, specialus mikroskopas bei kompiuterinė programa „Motic image plus“ (5 pav.)



35 pav. Kameros užfiksuoto lašo vaizdo ir vilgumo kampo nustatymas programa „Motic image plus“ pavyzdys.

Atviro išlaikymo trukmės (0, 10, 15 ir 30 min.) įtakos PChP klijų sanklijos stipriui tyrimas atliktas klijuojant bandinius pagal gamintojo rekomenduojamą klijavimo technologiją. Pagal gamintojo rekomendacijas, klijų atvirasis išlaikymas yra 15 minučių, todėl remiantis šiuo laiku papildomai pasirinktos trukmės yra 0, 10 ir 30 minučių. Bandiniai klijuojami remiantis gamintojo rekomendacijomis: teptuku klijai užtepami ant abiejų klijuojamų paviršių ir paviršiai nubraukiami specialia dantyta mentele, išlaikomas atviras išlaikymas ir suklijuojama. Medienos drožtinio lukšto paviršius spaudžiamas medine kaladėle, kad medienos lukštas tolygiai prisiklijuotų.

Suklijuotų bandinių matmenys yra 50x500 mm, kai klėjai visiškai išdžiūsta, po 48 val., ruošiniai supjaustomi į 35x40 mm dydžio bandinius. Medienos drožtinio lukšto atplėšimo tyrimas atliekamas naudojant Tinius Olsen H10KT bandymų mašiną, puansono judėjimo greitis 10 mm/min. Pagal gautą didžiausią jėgą F_{max} apskaičiuojamas sanklijos stipris T .

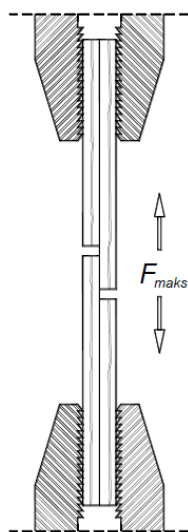


36 pav. Bandymo (A) ir bandinio (B) schema: 1 – rutulio formos puansonas; 2 – Medienos lukštas arba HPL laminatas; 3 – bandinio laikikliai; 4 – medienos drožlių plokštė; 5 – bandinio stovas.

Atviro išlaikymo trukmės (1, 3 ir 5 min.) įtakos PChP klijų sanklijos stipriui tyrimas atliekamas, nustačius didžiausią sanklijos stiprį, kai atvirasis klijų išlaikymas buvo 0 ir 10 minučių. Bandiniai klijuojami remiantis gamintojo rekomendacijomis, tačiau po ruošinių suklijavimo ir prispaudimo medine kaladėle, papildomai naudojamas ruošinių presavimo slėgis, kuris yra 0,5 MPa. Suklijuotų bandinių matmenys yra 50x500 mm, kai klėjai visiškai išdžiūsta, po 48 val., ruošiniai supjaustomi į 35x40 mm dydžio bandinius.

PChP klijų ir PVAc dispersijos sanklijos stiprio palyginimo tyrimas atliekamas, norint palyginti tiriamų PChP klijų sanklijos stiprį su dažniausiai baldų pramonėje naudojamų klijų sanklijos stipriu. Bandiniai su PVAc klėjais klijuojami užtepus klėjus ant vieno iš klijuojamų paviršių teptuku, suklijavus ruošinius jie suspaudžiami naudojant rankinius spaustuvus, kurių suspaudimo jėga 0,5 MPa. Taip pat šiame tyrime naudojami bandiniai, kurių kljavimo technologija yra: ant vieno iš klijuojamų paviršių PVAc klėjai užtepami teptuku, suklijuoti ruošiniai spaudžiami karšto presavimo linijoje „AIS Sennerskov GLP“, bandiniai presuojami esant 65°C temperatūrai, naudojant 0,8 MPa kljavimo slėgį. Gauti rezultatai palyginami su PChP klijų tyrimo rezultatais, kai atviro išlaikymo trukmė 1, 3 ir 5 min.

Klijų plėvelės šlyties tyrimas atliekamas norint sužinoti kokio stiprio plėvelę formuoja PChP klėjai. Tyrimui naudojami 150x20 mm dydžio lukšto bandiniai, kurių kljavimo technologija tokia pati, kaip ir atviro išlaikymo 1, 3 ir 5 min tyrimui naudojamų bandinių. Šlyties tyrimas atliekamas bandymų mašina Tinius Olsen H10KT, griebtų judėjimo greitis 10 mm/min.



37 pav. Pricipinė šlyties tyrimo schema.

Paviršiaus šiurkštumo nustatymas atliktas naudojant šiurkštumo matuoklį MarSurf PS1, šiurkštumo matavimo atstumas 17,5 mm. Tiriamas klevo, riešuto, ąžuolo medienos lukšto ir HPL laminato klijuojamo paviršiaus šiurkštumas. Paviršiaus šiurkštumo matuoklio adatėlė judėdama paviršiumi, matuoja paviršiaus nelygumus, pasibaigus matavimui, matuoklio ekrane parodomi gauti rezultatai.

Paviršiaus šiurkštumo įtaka PChP klijų plėvelės stipriui tirta, norint išanalizuoti klevo medienos lukšto defektų atsiradimo priežastis po suklijavimo. Prieš klijų užtepimą, abu klijuojami paviršiais pašlifuojami P80 arba P60 grūdėtumo abrazyviniu popieriumi, nuvalomos dulkės ir užtepami klijai. Po atitinkamos atviro išlaikymo trukmės, klijuojami ruošiniai suspaudžiami naudojant 0,5 MPa klijavimo slėgį. Paviršiaus šiurkštumo įtakai ištirti atliekamas šlyties tyrimas naudojant Tinius Olsen bandymų mašiną. Griebtų judėjimo greitis 10 mm/min.

2.3 Tyrimo rezultatų skaičiavimas

Medienos drožtinio lukšto drėgnis apskaičiuojamas pagal formulę: [46]

$$\omega = \frac{m_{\omega} - m_0}{m_0} \cdot 100; \quad (2)$$

Čia:

m_{ω} – pradinė medienos drožtinio lukšto masė, g;

m_0 – absoliučiai sauso medienos drožtinio lukšto masė, g.

Tiriant bandinių sanklijos stiprį, tempimo įrenginiu Tinius Olsen H10KT, nustatyta didžiausia jėga F_{max} , prie kurios bandinys suyra ir apskaičiuotas sanklijos stipris:

$$T = \frac{F_{max}}{A} = \frac{F_{max}}{l \times b}; \quad (3)$$

Čia:

T – sanklijos stipris;

F_{max} – didžiausia jėga, N;

A – suklijuoto bandomojo paviršiaus plotas, mm^2 ;

l – suklijuoto bandomojo paviršiaus ilgis, mm;

b – suklijuoto bandomojo paviršiaus plotis, mm.

Gauti rezultatai statistiškai apdoroti apskaičiuojant vidutinį standartinį nuokrypį ir variacijos koeficientą pagal formules:

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - n \times \bar{x})^2}{n-1}}; \quad (4)$$

Čia:

σ_{n-1} – vidutinis standartinis nuokrypis;

x – įvertinama sanklijos stiprio reikšmė;

\bar{x} – visų sanklijos reikšmių vidurkis;

n – bandinių skaičius.

$$V = \frac{\sigma_{n-1}}{\bar{x}}; \quad (5)$$

Čia:

V – variacijos koeficientas;

σ_{n-1} – vidutinis standartinis nuokrypis;

\bar{x} – visų sanklijos stiprių reikšmių vidurkis.

Jei variacijos koeficientas $V \leq 5-10\%$ tai laikoma, kad rezultatų sklaida nedidelė; $V=15-20\%$ – normali; $V \geq 20\%$ – didelė.

3. TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

3.1 Medienos drožtinio lukšto drėgnio nustatymas

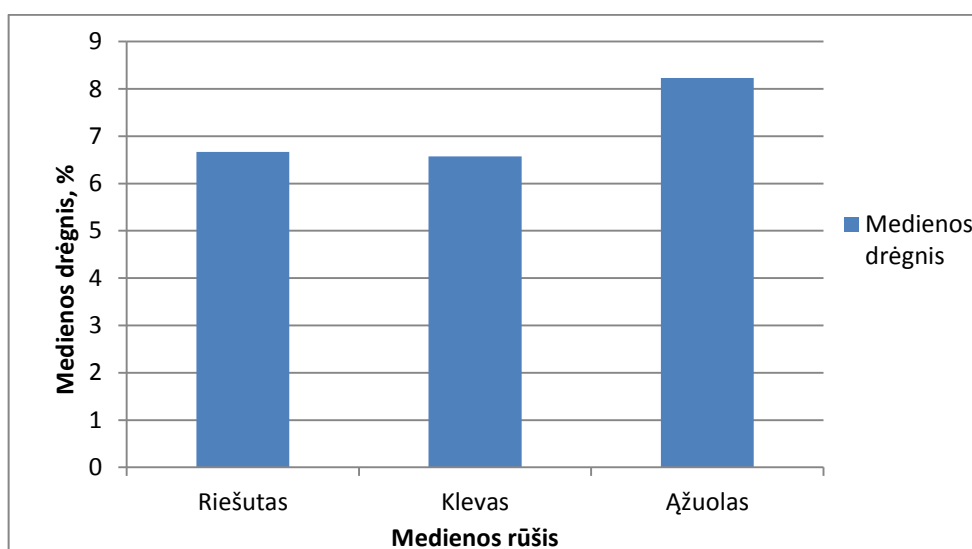
Pradedant klijavimo procesą, svarbu žinoti, kokio drėgnio mediena bus klijuojama. Išanalizavus mokslinius straipsnius nustatyta, kad geriausiai klijuojama mediena, kurios drėgnis yra 6 – 14 %

Tyrimui naudotas klevo, ąžuolo ir riešuto medienos lukštas, kurio matmenys 200 x 100 mm. Kiekvienos medienos rūšies tiriama po 10 bandinių. Medienos lukšto bandiniai pasverti prieš ir po džiovavimo, o iš gautų rezultatų apskaičiuotas kiekvienos medienos rūšies drėgnis. (15 lentelė)

15 lentelė. Tyrime naudojamo medienos lukšto drėgnis.

Medienos rūšis	Medienos lukšto masė, g		Medienos drėgnis ω , %
	M_0 , g	M_w , g	
Riešutas	7,20	7,68	6,67
Klevas	6,85	7,30	6,57
Ąžuolas	6,56	7,10	8,23

Medienos drožtinis lukštas gamykloje laikomas tokiomis pačiomis sąlygomis, todėl lukšto drėgnis gaunamas panašus. Didžiausias yra ąžuolo medienos drėgnis 8,23 %, klevo ir riešuto medienos drėgniai atitinkamai 6,57 ir 6,67 %. (38 pav.)



38 pav. Tiriamų medienos rūšių drėgnio pasiskirstymas.

Tiriamų medienos rūšių drėgnis yra tinkamas klijavimui, kadangi medienos drėgnis neviršija 14 % ir nėra mažesnis už 6 %.

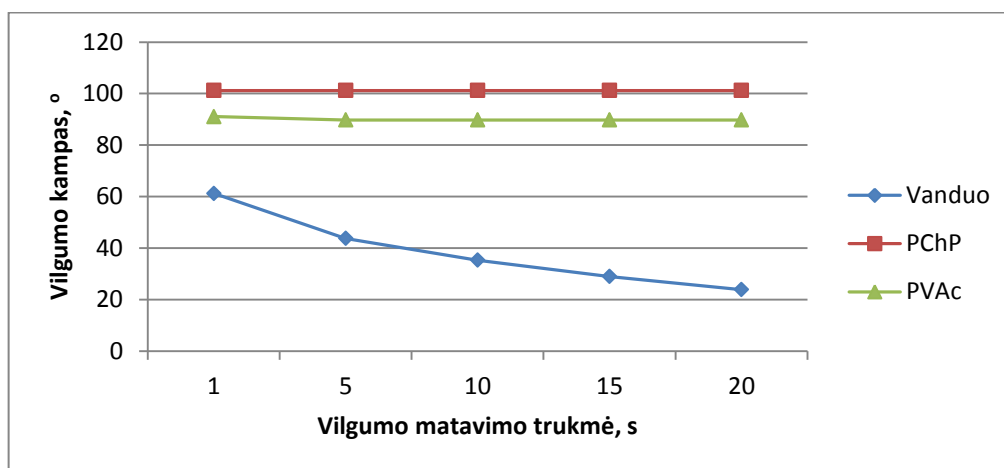
3.2 Vilgumo kampo nustatymas

Išanalizavus mokslinius straipsnius, pastebėta, kad intensyviausiai klijai medieną drėkina pirmąsias 5 sekundes. Bandymo metu vilgumo kampo nustatymas vykdomas 1, 5, 10, 15 ir 20 sekundžių. Naudotas klevo, ąžuolo, riešuto drožtinis lukštas, medienos drožlių plokštė (MDP) ir HPL laminatas. Tiriami PChP klijai, PVAc klijai. (16 lentelė)

16 lentelė. Faneravimo medžiagų vilgumas, naudojant PChP klijus, PVAc dispersiją ir vandenį.

	Vanduo	PChP	PVAc
<i>Ąžuolo medienos drožtinis lukštas, °</i>			
1	61,2	101,2	91,1
5	43,8	101,2	89,8
10	35,4	101,2	89,8
15	29,0	101,2	89,8
20	23,9	101,2	89,8
<i>Klevo medienos drožtinis lukštas, °</i>			
1	54,9	100,9	105,1
5	30,9	100,9	101,2
10	24,0	100,9	101,2
15	18,6	100,9	101,2
20	15,6	100,9	101,2
<i>Riešuto medienos drožtinis lukštas, °</i>			
1	50,4	98,3	91,3
5	26,3	98,3	91,3
10	19,7	98,3	91,3
15	14,0	98,3	91,3
20	11,9	98,3	91,3
<i>HPL laminatas, °</i>			
1	36,5	101,0	93,8
5	24,4	101,0	89,5
10	19,4	101,0	89,5
15	16,0	101,0	89,5
20	13,4	101,0	89,5
<i>Medienos drožlių plokštė (MDP), °</i>			
1	105,9	99,2	102,3
5	99,1	99,2	102,3
10	85,3	99,2	102,3
15	79,4	99,2	102,3
20	76,6	99,2	102,3

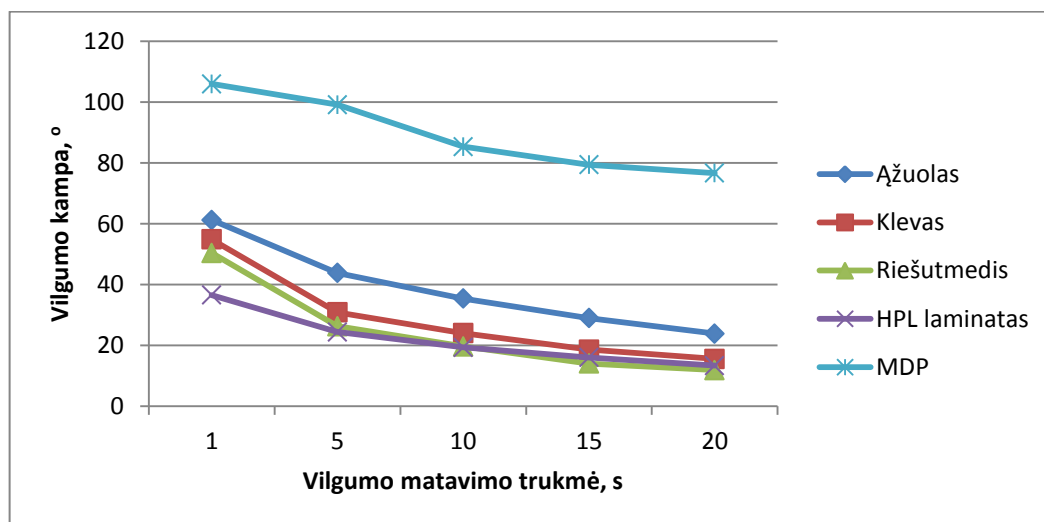
Analizuojant tiriamų faneravimo medžiagų drėkinamumą, pastebėta, kad geriausiai jį apibūdina vandens rezultatai, kadangi matosi akivaizdus vilgumo kampo kitimas, priklausomai nuo naudojamos medžiagos. PChP klijų ir PVAc dispersijos vilgumo kampas nekito per visą matavimo laikotarpį arba pakito labai nežymiai.



39 pav. *Ažuolo medienos lukšto drėkinamumas.*

PChP klijai ažuolo medienos beveik visiškai nedrėkina, nustatytas vilgumo kampas yra $101,2^\circ$ ir nepakito per visą matavimo laikotarpį. PVAc dispersija medienos lukštą drėkina 11 % geriau nei PChP klijai, tačiau vilgumo kampas pakito tik praėjus 5 sekundėms, o toliau išliko toks pats.

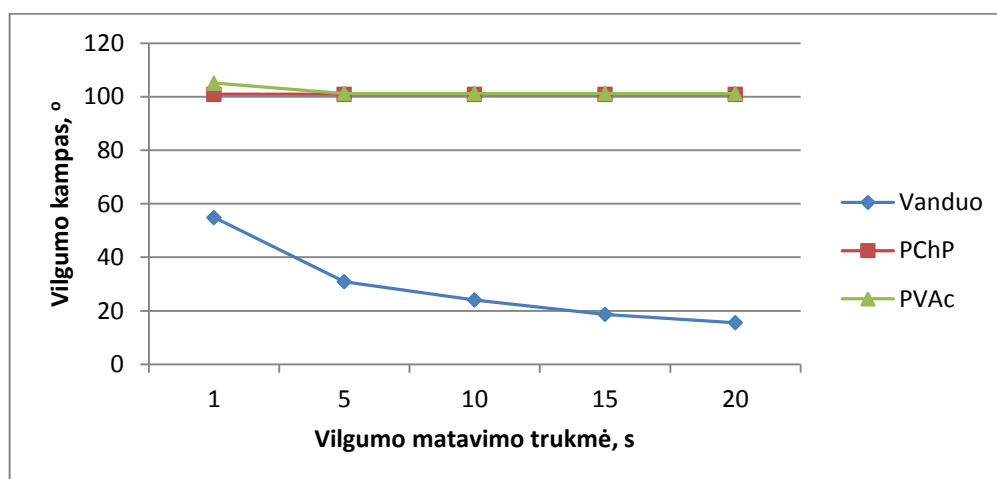
Atliekant drėkinamumo tyrimą, vanduo reikalingas tam, kad palyginti klijų ir vandens santykį drėkinamumo terpėje. Vandens naudojimas tyrime labai aiškiai atskleidžia įvairių medžiagų rūšių drėkinamumą.



40 pav. *Tyrimė naudojamų medžiagų vilgumas, naudojant vandenį.*

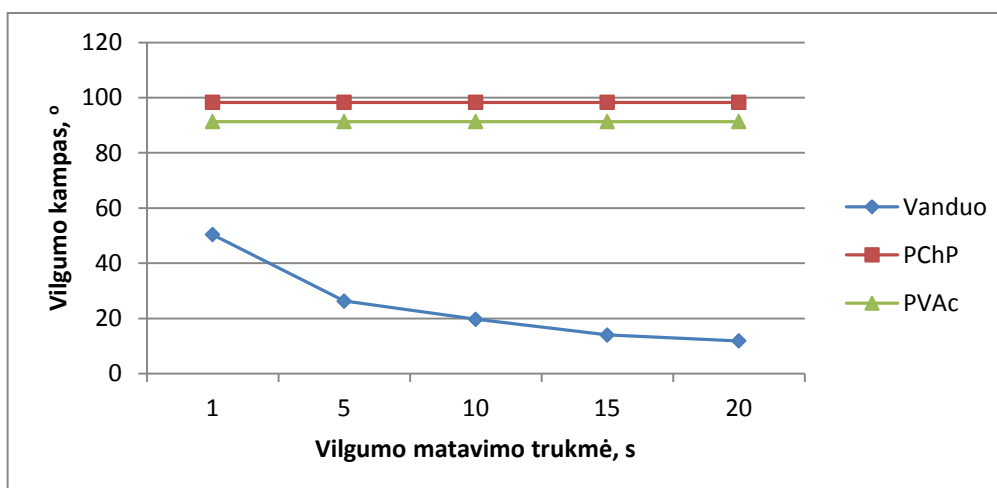
Nustatyta, kad geriausias drėkinamumas yra HPL laminato, kurio vilgumo kampas naudojant vandenį yra $36,5^\circ$. Analizuojant tiriamų medienos rūšių drėkinamumą pastebėta, kad geriausiai drėkinama yra riešuto mediena, vilgumo kampas - $50,4^\circ$. Riešuto medienos drėkinamumas yra 9 % geresnis už klevo medienos ir 21 % - nei ažuolo medienos. Dėl MDP

paviršiaus struktūros ir gamyboje naudojamų klijų, gaunamas itin menkas drėkinamumas, kadangi vilgumo kampas yra $105,9^\circ$.



41 pav. Klevo medienos lukšto vilgumas.

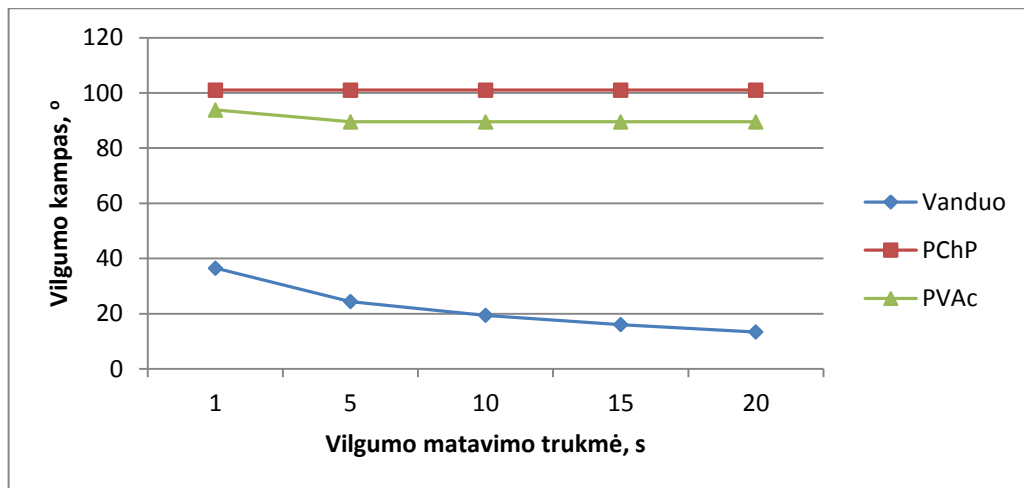
PChP klijai ir PVAc dispersija klevo medienos beveik nendrėkina, o vilgumo kampas nepakito per visą matavimo laikotarpį. PChP klijų vilgumo kampas yra 4 % mažesnis už PVAc dispersijos vilgumo kampą.



42 pav. Riešuto medienos lukšto vilgumas.

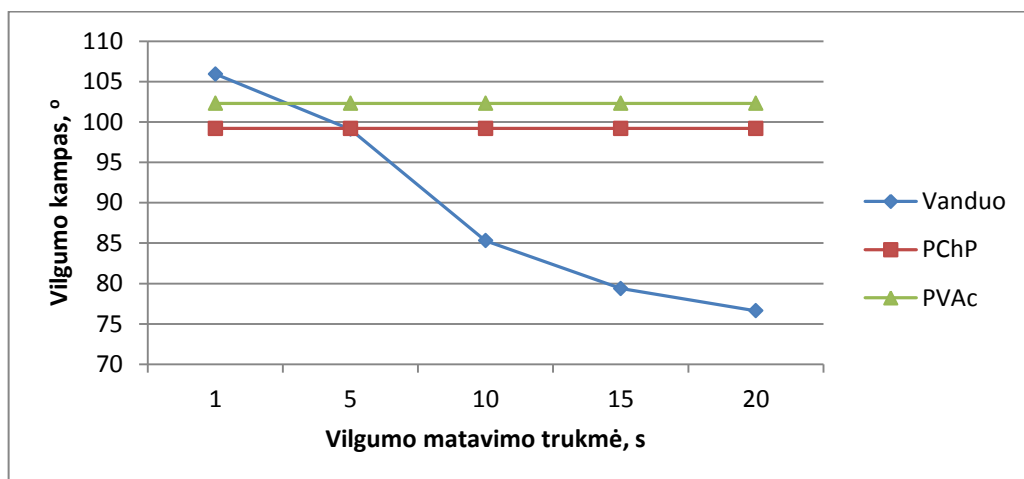
Nustatyta, kad riešuto mediena yra geriau drėkinama PVAc dispersijos, vilgumo kampas – $91,3^\circ$, jis yra 8% mažesnis už PChP klijų vilgumo kampą. Tokiam rezultatui įtakos turi PVAc klijuose esantis vanduo.

Visų tirtų medienos rūšių gauti vilgumo kampo kitimo rezultatai yra panašūs. PChP klijai ir PVAc dispersija menkai drėkina medienos lukštą nepriklausomai nuo medienos rūšies. Bendroju atveju medienos lukštą geriausiai drėkina vanduo, o PChP klijų ir PVAc dispersijos vilgumo kampai nekinta. Kadangi MDP tyrime naudojama kaip pagrindas, o be medienos lukšto apdailinimui naudojamas ir HPL laminatas, aktualu ištirti kaip šios medienos medžiagos yra drėkinamos.



43 pav. HPL laminato vilgumas.

Kadangi HPL laminatas yra pagamintas iš sintetinių medžiagų ir jo struktūra yra vienoda, jo vilgumo kampo kitimas, kai naudojamas vanduo, yra tolygiai mažėjantis per visą matavimo laikotarpį. PVAc dispersija 8 % geriau drėkina HPL laminatą nei PChP klijai.



44 pav. Medienos drožlių plokštės vilgumas.

Medienos drožlių plokštės drėkinimas yra menkas, pirmąją sekundę vilgumo kampas yra daugiau nei 100°. PChP klijų ir PVAc dispersijos vilgumo kampas nepakito per visą matavimo laikotarpį.

Išanalizavus tyrimo rezultatus, nustatyta, kad geriausiai yra drėkinamas HPL laminatas. Analizuojant medienos drožtinio lukšto drėkinimą, galima teigti, kad geriausiai drėkinama yra klevo ir riešuto mediena, prasčiau – ąžuolo mediena, tačiau skirtumas nėra didelis. Medienos drėkinimas priklauso nuo medienos rūšies. Išanalizavus gautus tyrimo rezultatus, galima daryti išvadą, kad lengvesnė ir mažesnio tankio mediena yra drėkinama geriau už tankią medieną. Analizuojant drožtinio medienos lukšto rezultatus nustatyta, kad klevo ir riešuto mediena geriau drėkinama nei ąžuolo mediena. Iš tyrime naudojamų medžiagų geriausiai drėkinamas HPL

laminatas. Dėl didelės PChP klijų klamos vilgumo kampas nepakito per visą matavimo laikotarpį. PChP klijai menkai drėkina medieną ir kitas medžiagas. Tam įtakos turi ne tik drėkinamų medžiagų paviršius, bet ir PChP klijų klampa.

3.3 PChP klijų sanklijos stiprio priklausomybė nuo medienos rūšies

Atlikti PChP klijų sanklijos stiprio priklausomybės nuo medienos rūšies tyrimai. Suklijuoti bandiniai buvo laikomi toje pačioje patalpoje, kaip ir buvo klijuojami. Tačiau, po 12 valandų pastebėta, kad ant klevo medienos bandinių atsirado klijavimo defektų, matėsi išsipūtusios pūslės, lukšto pakėlimai. Klijavimo defektai buvo pastebėti tik ant klevo medienos lukšto, o riešuto ir ąžuolo medienos lukštas priklijuotas be defektų. Daugiausia klevo lukšto defektų turėjo bandiniai, kurių atviro išlaikymo trukmė 0 min., kai atviro išlaikymo trukmė 30 min, defektų ant klevo lukšto nepastebėta.



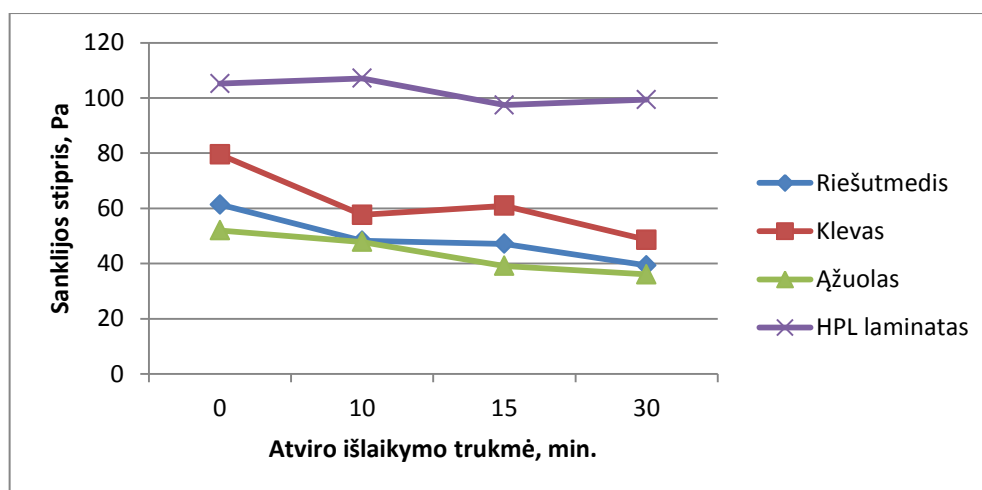
45 pav. Klevo medienos lukšto klijavimo defektai po 0 min. atviro išlaikymo trukmės.

45 paveiksle pavaizduoti klevo lukšto defektai, kai atviro klijų išlaikymo trukmė 0 min. Pastebėta, kad klijuojant PChP klijuojant, be atvirojo klijų išlaikymo, defektų atsirado daugiausiai. Tai įvairaus dydžio pūslės, susidariusios tarp vėlyvosios ir ankstyvosios medienos. Tokių defektų atsiradimą pirmiausiai gali veikti medienos sandara, kadangi kiekviena medienos rūšis susideda iš vėlyvosios ir ankstyvosios medienos. Kaip jau minėta, didelę įtaką daro medienos tankis ir ekstraktinės medžiagos. Todėl svarbu išnagrinėti tiriamų medienos rūšių savybes, kurios sukelia įvairių problemų ir lemia defektų atsiradimą po suklijavimo. 16 lentelėje aptartos tiriamų medienos rūšių tankio savybės. [47]

17 lentelė. Tiriamų medienos rūšių tankio savybės.

Medienos rūšis	Tankis 12 % drėgnio medienos (kg/m ³)	Savybės, kurios gali sukelti klijavimo problemų
Riešutmedis	540-650	Rūgštingumas, ekstraktinės medžiagos
Europinis klevas	640-670	Tanki tekstūra, gali turėti mašininio apdirbimo problemų
Europinis ąžuolas	670-760	Rūgštingumas, lengvai nusidažo

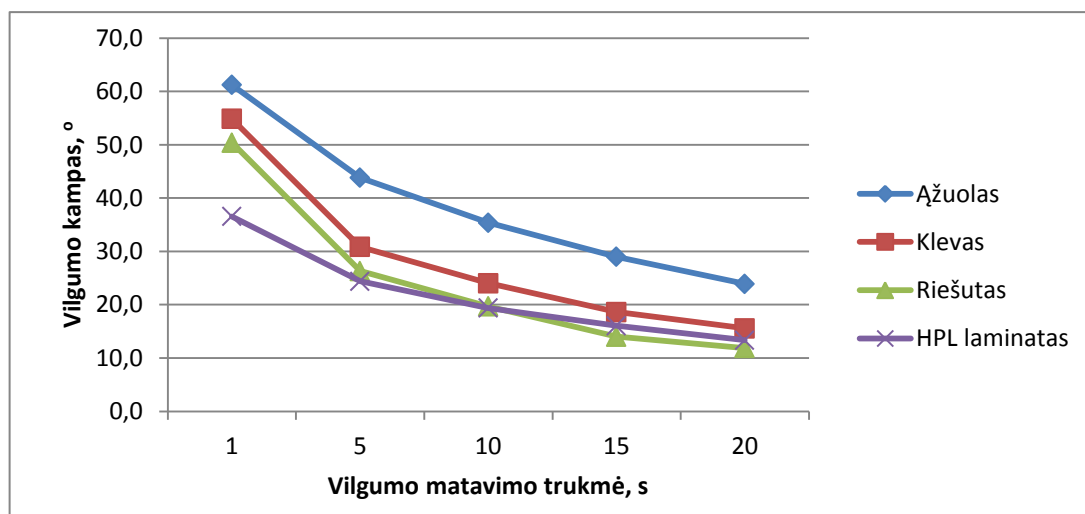
16 lentelėje pateikti medienos rūšių tankiai, kai medienos drėgnis yra 12 %. Didžiausias medienos tankis yra ąžuolo medienos, todėl jo mediena yra sunkiau klijuojama, klėjai sunkiau įgeriami į medienos paviršių. Mažiausias tankis yra riešuto ir klevo medienos. Tačiau, skiriasi šių medienos rūšių savybės: riešuto mediena turi ekstraktinių medžiagų ir yra gana rūgštinga, o klevo medienos tekstūra yra pakankami tanki, todėl gali atsirasti klijavimo problemų. Atliktas sanklijos stiprio priklausomybės nuo atviro išlaikymo trukmės ir medienos rūšies ir HPL laminato tyrimas (46 pav.).



46 pav. Tiriamų medžiagų įtaka klijų sanklijos stipriui.

Analizuojant gautus rezultatus, galima teigti, kad sanklijos stipris priklauso nuo medienos rūšies, kadangi gaunamas akivaizdus sanklijos stiprio skirtumas tarp tiriamų medienos rūšių. Geriausiai, iš tiriamų medienos rūšių, klijuojamas klevo medienos lukštas, kurio stipris, kai atviras išlaikymo laikas 0 minučių, yra 79,5 Pa, jis 30 % didesnis už riešuto medienos stiprį ir 53 % didesnis už ąžuolo medienos sanklijos stiprį. Tačiau, lyginant medienos lukšto ir HPL laminato sanklijos stiprius, gauta, kad HPL laminato sanklijos stipris yra 105,2 Pa, jis 71 % didesnis nei riešuto medienos sanklijos stipris, 32 % didesnis už klevo medienos ir net 102 % didesnis už ąžuolo medienos sanklijos stiprį. HPL laminato sanklijos stipris visais atvirojo išlaikymo laikais gaunamas didžiausias.

Medienos rūšies įtaką sanklijos stipriui galima nustatyti analizuojant skirtingų medienos rūšių drėkinamumą, naudojant tiriamus kljus (15 lentelė). Nustatyta, kad iš tyrime naudojamų medžiagų geriausiai drėkinamas HPL laminatas, kadangi naudojant vandenį gaunamas mažiausias vilgumo kampas. (47 pav.)



47 pav. Tyrime naudojamų faneravimo medžiagų drėkinamumas.

Analizuojant tiriamų medienos rūšių drėkinamumą nustatyta, kad geriausiai drėkinamas riešuto medienos lukštas. Tačiau medienos drėkinamumas nedaro įtakos sanklijos stipriui, kadangi geriausias stipris gaunamas klevo medienos, o atlikus vilgumo tyrimą nustatyta, kad klevo medienos lukštas drėkinamas 9 % prasčiau lyginant su riešutmedžio drėkinamumu. Todėl galima teigti, kad riešutmedžio sanklijos stiprio rezultatui įtakos turi medienoje esančios ekstraktinės medžiagos.

Nustatyta, kad sanklijos stipriui įtakos turi ne tik kljū savybės, bet ir kljuojami paviršiai. Nors kljuojant klevo medienos lukštą atsirado defektų, tačiau nustatyta, kad sanklijos stipris, kljuojant šią medienos rūšį, yra didžiausias visais atviro kljū išlaikymo atvejais. Tam įtakos turi medienos tankis, kadangi klevo medienos tankis mažesnis už ažuolo medienos, o riešuto medienos tankis mažesnis už klevo, tačiau riešuto mediena yra rūgštinga ir turi daug ekstraktinių medžiagų, kurios gali trikdyti kljū ir medienos sąveiką. Taip pat įtakos gali turėti ir medienos išbrinkis, kadangi ant klevo medienos bandinių po suklijavimo pastebėti paviršiaus nelygumai ir pūslės tarp ankstyvosios ir vėlyvosios medienos. Paviršiaus defektai atsirado dėl kljavimo technologijos, kadangi nenaudojant kljavimo slėgio, garuodamas tirpiklis ir džiūdami PChP kljai brinkina medienos lukštą, ko pasekoje atsiranda deformacijos.

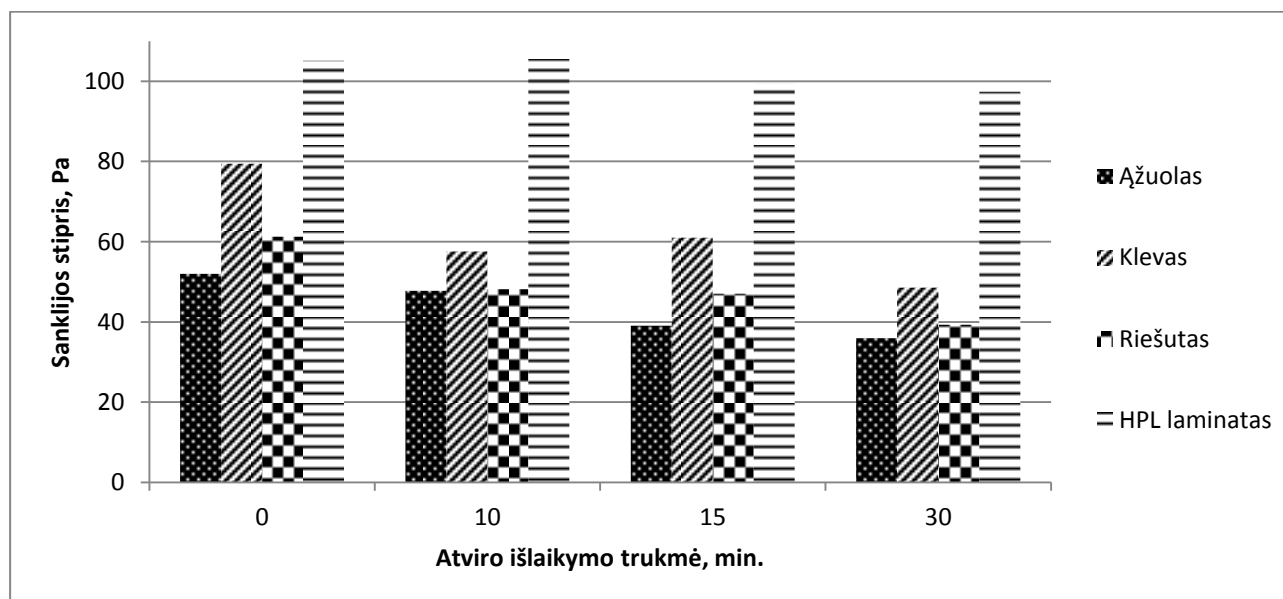
3.4 Atviro klijų išlaikymo trukmės (0, 10, 15 ir 30 min.) įtaka PChP klijų sanklijos stipriui

Atvirojo išlaikymo tyrimui, trukmės intervalai pasirinkti remiantis klijų gamintojo rekomendacijomis. Kadangi gamintojas rekomenduoja, kad didžiausias sanklijos stipris ir geriausias klijų sukibimas gaunamas tada, kai užtepti klijai ant abiejų klijuojamų paviršių atvirai išlaikomi 15-20 minučių. Todėl atitinkamai pasirinkti atvirojo išlaikymo trukmės intervalai: 0, 10, 15 ir 30 minučių. Atlikus kiekvienos tiriamos medienos rūšies atplėšimo bandymus, gauta didžiausia jėga (F_{max}), kuri reikalinga suardyti bandinį. Remiantis gautais rezultatais apskaičiuotas PChP klijų sanklijos stipris. (18 lentelė)

18 lentelė. Atviro išlaikymo trukmės (0, 10, 15 ir 30 min.) tyrimo rezultatai: vidutinis sanklijos stipris.

Atviro išlaikymo trukmė, min.	Ažuolas	Klevas	Riešutas	HPL laminatas
	T_{vid} , Pa	T_{vid} , Pa	T_{vid} , Pa	T_{vid} , Pa
0	52,0	79,5	61,3	105,2
10	47,8	57,6	48,2	107,1
15	39,1	61,0	47,1	97,4
30	36,0	48,6	39,3	99,4

Analizuojant tyrimo rezultatus, medienos drožtinio lukšto sanklijos stipris lyginamas su HPL laminato sanklijos stipriu. Taip pat pasirinkti atviro išlaikymo trukmės intervalai lyginami su gamintojo rekomenduojama atviro išlaikymo trukme. (48 pav.)

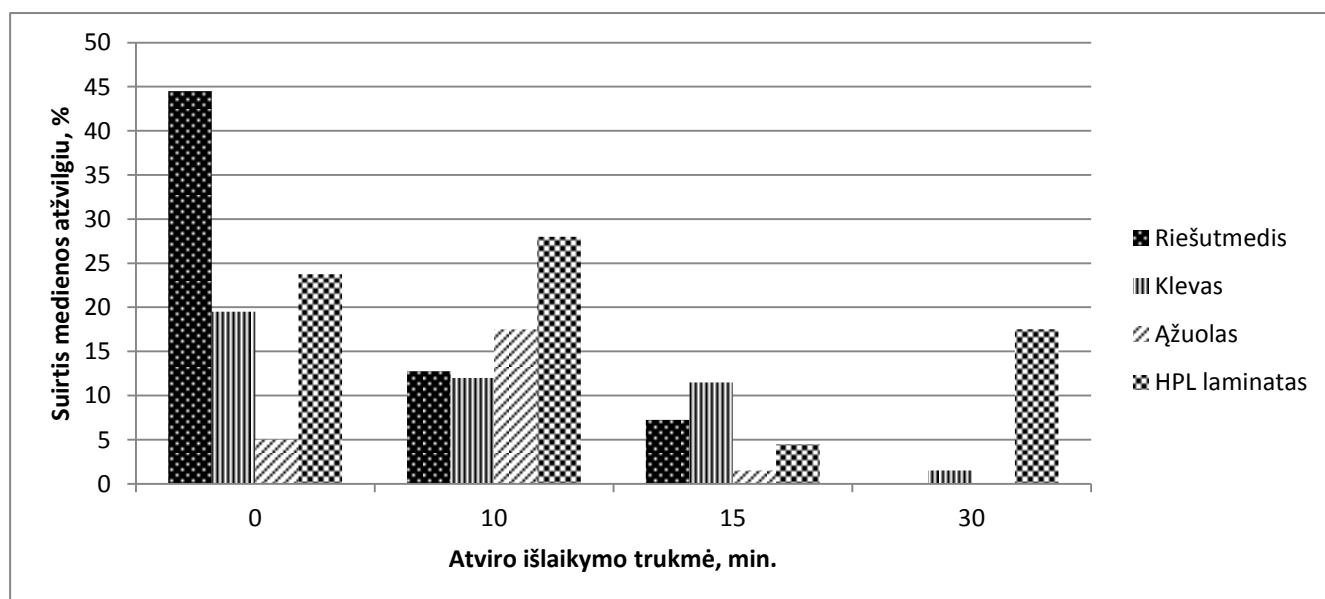


48 pav. PChP klijų sanklijos stiprio priklausomybė nuo atviro išlaikymo trukmės (0, 10, 15 ir 30 min.)

Lyginant visų tyrime naudojamų medienos rūšių klijuotų su PChP klėjais sanklijos stiprius, pastebėta, kad didžiausias sanklijos stipris gautas, kai atviro išlaikymo trukmė yra 0 minučių, t.y. atviras išlaikymas nėra taikomas, o tirpiklis esantis klijuose nėra išgarinamas. Gauti rezultatai prieštarauja gamintojo rekomendacijoms, kadangi gamintojas rekomenduoja, klėjus atvirai išlaikyti 15 minučių ir teigia, kad šiuo atveju klijų sanklija gaunama stipriausia. Tačiau, išanalizavus rezultatus, nustatyta, kad po 15 minučių atviro išlaikymo klevo medienos sanklijos stipris yra 61,0 Pa, jis yra 30 % mažesnis lyginant su 0 minučių rezultatu ir 6 % didesnis už 10 minučių rezultatą. Analizuojant riešuto medienos rezultatus, didžiausias sanklijos stipris 61,3 Pa gautas, kai atviro išlaikymo trukmė 0 minučių, jis 27 % didesnis už 10 minučių ir 30 % didesnis už 15 minučių atviro išlaikymo trukmės rezultatą. Lyginant ažuolo medienos rezultatus, didžiausias sanklijos stipris 52,0 Pa gautas, kai atviras išlaikymas nėra taikomas, šis stipris yra 9 % didesnis už 10 minučių ir 33 % didesnis už 15 minučių atviro išlaikymo rezultatus. Kai atviro išlaikymo trukmė 30 minučių sanklijos stipris visais atvejais gaunamas mažiausias.

Didžiausias sanklijos stipris visais atviro išlaikymo laikais yra HPL laminato, tačiau pastebima kitokia stiprio kitimo tendencija lyginant su medienos drožtinio lukšto sanklijos stiprio kitimu. Didžiausias sanklijos stipris 107,1 Pa gautas, kai atviro išlaikymo trukmė 10 minučių, jis yra 2 % didesnis už 0 minučių ir 10 % didesnis už 15 minučių atviro išlaikymo trukmės sanklijos stiprio rezultatus.

Sanklijos stiprį parodo ir bandinių suirtis per medieną, šis rezultatas parodo, kokią suardyto bandinio dalį sudaro irimas per medieną ir kiek per sankliją. (49 pav.) Daugiausia per medieną buvo suardyta riešuto medienos bandinių, kai atviro išlaikymo trukmė buvo 0 min. Iš 20 vnt. bandinių 50 % suiro per medieną, o suirties per medieną vidurkis yra 45 %.



49 pav. Bandinių suirtis medienos atžvilgiu.

Bandinių suirtis medienos atžvilgiu, kaip ir sanklijos stipris, priklauso nuo klijų atvirojo išlaikymo laiko. Daugiausią bandinių per medieną suiro kai atvirojo klijų išlaikymo trukmė buvo 0 minučių, o mažiausiai, kai atvirojo išlaikymo trukmė – 30 minučių.

Nustatyta, kad atviro išlaikymo įtaka turi įtakos PChP klijų sanklijos stipriui priklausomai nuo faneruojamos medžiagos struktūros. Klijuojant medienos drožtinį lukštą didžiausias sanklijos stipris gautas, kai atviro išlaikymo trukmė yra 0 minučių, t.y. PChP klėjams netaikomas atvirasis išlaikymas, nors klijų gamintojo teigimu jis būtinas. Iškelta hipotezė, kad tirpiklis, esantis klijuose yra įgeriamas tiek pagrindo medžiagos, šiuo atveju MDP, tiek medienos lukšto greičiau nei išgaruoja išlaikant atvirai. Tokiu būdu sanklija formuojasi stipresnė nei atviro išlaikymo atveju. Klijuojant HPL laminatą, didžiausias sanklijos stipris gautas, kai atvirojo išlaikymo trukmė yra 10 minučių. Kadangi klijuose esantis tirpiklis, dėl HPL laminato struktūros, yra įgeriamas tik pagrindo medžiagos.

Atsižvelgiant į gautus rezultatus, pastebėta, kad yra tikslinga 0 – 10 minučių atviro išlaikymo trukmės intervalą skaidyti į mažesnius intervalus ir atlikti papildomus tyrimus. Šie tyrimai buvo atlikti ir aprašyti žemiau esančiame skyriuje (3.5 skyrius). Skirtingai nuo jau atlikto bandymo, tolimesniame tyrime naudotas klėjavimo slėgis, todėl rezultatai pateikti atskirame grafike.

3.5 Atvirojo išlaikymo trukmės (1, 3 ir 5 min.) įtaka PChP klijų sanklijos stipriui

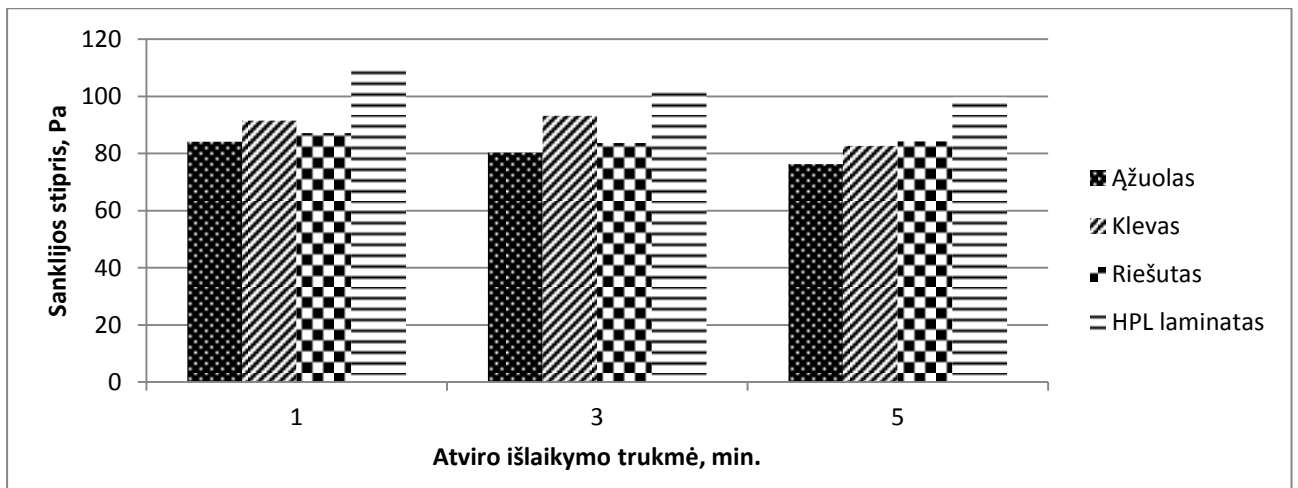
Pasirinkta patikslinta trukmė yra 1, 3, ir 5 minutės, o bandinių klėjavimui, skirtingai nei anksčiau atlikto bandymo, naudotas 0,5 MPa klėjavimo slėgis.

19 lentelė. Atviro išlaikymo trukmės (1, 3 ir 5 min.) tyrimo rezultatai: vidutinis sanklijos stipris.

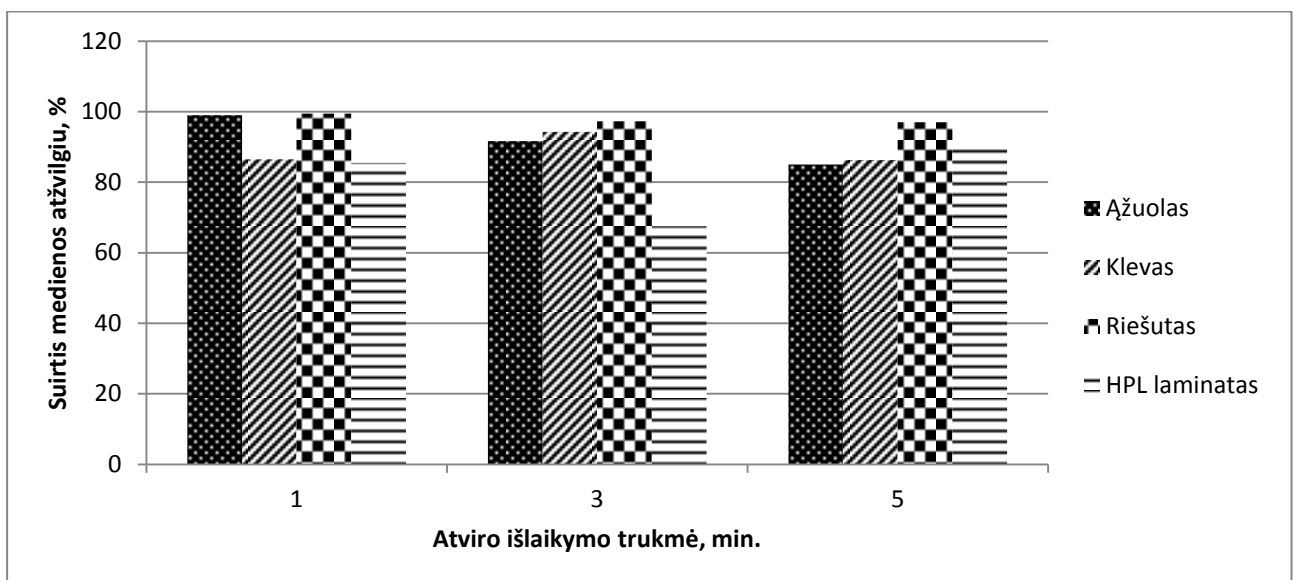
Atviro išlaikymo trukmė, min.	Ažuolas	Klevas	Riešutas	HPL laminatas
	T _{vid} , Pa	T _{vid} , Pa	T _{vid} , Pa	T _{vid} , Pa
1	84,2	91,6	87,2	110,4
3	80,4	93,3	83,7	102,2
5	76,3	82,7	84,3	99,7

T_{vid}- vidutinis sanklijos stipris, Pa;

Lyginant abiejų atviro išlaikymo trukmių tyrimus, pastebėta, kad naudojant 0,5 MPa klėjavimo slėgį, sanklijos stipris padidėjo vidutiniškai 10 %.



50 pav. PChP klijų sanklijos stiprio priklausomybė nuo atviro išlaikymo trukmės (1, 3 ir 5 min.).



51 pav. Bandinių suirtis medienos atžvilgiu.

Išanalizavus 1, 3 ir 5 minučių atviro išlaikymo trukmių rezultatus, matyti akivaizdus sanklijos stiprio skirtumas. Didžiausias ažuolo medienos sanklijos stipris 84,2 Pa gaunamas, kai atviro išlaikymo trukmė yra 1 minutė, jis yra 37 % didesnis už 0 minučių sanklijos stiprį (61,3 Pa). Kai atviro išlaikymo trukmė yra 1, 3 ir 5 minutės, sanklijos stiprio skirtumas nėra žymus, tačiau jis laipsniškai mažėja. Klijuojant ažuolo medienos lukštą su PChP kliju, patartina taikyti 1 minutės atvirą išlaikymą. Kadangi, šiuo atveju, gaunamas didžiausias sanklijos stipris ir didžiausia suirties per medieną procentinė dalis. Tokiam rezultatui įtakos turi ažuolo medienos struktūra, ji yra gana porėta, todėl tirpiklis iš klijų gali pasišalinti įsigerdamas į medienoje esančias poras ir nelygumus. Garuojant tirpikliui klijai geriau įsigeria į medienos paviršių, todėl suardant bandinius, jie dažniausiai suiro per medieną.

Nagrinėjant PChP klijų ir klevo medienos lukšto sanklijos stiprio rezultatus matyti, kad didžiausias sanklijos stipris 93,3 Pa gaunamas, kai atviro išlaikymo trukmė yra 3 minutės, jis

yra 17 % didesnis už 0 min. sanklijos stiprį ir tik 2 % didesnis už 1 min. sanklijos stiprį. Tačiau analizuojant PChP klijų ir klevo medienos lukšto sanklijos stiprį, pastebimas ne toks akivaizdus sanklijos stiprio skirtumas, lyginant su ąžuolo medienos rezultatais. Didžiausia dalis klevo medienos bandinių per medieną suiro, kai atviro išlaikymo trukmė 3 minutės. Lyginant su ąžuolo medienos rezultatais, pastebima tendencija, kad atviro išlaikymo trukmė daro įtaką suirties per medieną rezultatui. ąžuolo medienos bandinių didžiausias sanklijos stipris ir didžiausia suirtis per medieną gauta, kai atviras išlaikymas 1 min., o klevo medienos bandinių – 3 min. Šiam rezultatui įtakos turi medienos struktūra: klevo mediena yra lygesnė ir ne tokia porėta. Todėl, klijuojant klevo medienos lukštą, reikalinga ilgesnė atviro išlaikymo trukmė.

Didžiausias PChP klijų ir riešuto medienos sanklijos stipris 87,2 Pa gaunamas, kai atviro išlaikymo trukmė 1 min. Tarp 3 ir 5 min. atviro išlaikymo trukmių skirtumas nėra labai žymus, 5 min. sanklijos stipris yra 83,7 Pa, jis tik 0,7 % didesnis už 3 min. sanklijos stiprį 84,3 Pa. Kaip ir visų tiriamų medienos rūšių, pastebimas akivaizdus riešuto medienos lukšto sanklijos skirtumas lyginant su pirmojo atviro išlaikymo trukmės tyrimo rezultatais. Didžiausias suirties per medieną procentas gaunamas, kai atviro išlaikymo trukmė 1 min., ji yra 99,4 %. Bandinių suirtis medienos atžvilgiu, kai atviro išlaikymo trukmė 3 ir 5 min., skiriasi nežymiai.

Didžiausias PChP klijų ir HPL laminato sanklijos stipris 110,4 Pa gaunamas, kai atviro išlaikymo trukmė yra 1 min. Tačiau kai atviro išlaikymo trukmė 3 min. (102,2 Pa) ir 5 min. (99,7 Pa) sanklijos stipris yra mažesnis atitinkamai 5 % ir 7 % už 10 min. atviro išlaikymo sanklijos stiprį. Tokiam rezultatui įtakos turi HPL laminato struktūra ir klijavimo technologija. Kai atviro išlaikymo trukmė 1 min., tirpiklis nespėja išgaruoti, jis difunduoja į medienos drožlių plokštės struktūrą, o susidariusi klijų plėvelė yra pakankamai tvirta. Kai atviro išlaikymo trukmė 10 min., tirpiklis atvirai išgarinamas, o klijuojami paviršiai yra beveik sausi, tačiau pakankamai lipnūs, susidariusi klijų plėvelė gaunama tvirta, nors klijavimui nėra naudojama suspaudimo jėga. Didžiausias suirties per medieną procentas (90 %) gaunamas, kai atviro klijų išlaikymo trukmė yra 5 min., tirpiklis išgarinamas taikant atvirą klijų išlaikymą. Kai atviro išlaikymo laikas 1 arba 3 min., tirpiklis dar nebūna pilnai pasišalinęs iš klijų, todėl gaunama mažesnė suirtis medienos atžvilgiu.

Išanalizavus tyrimo rezultatus, galima teigti, kad PChP klijų sanklijos stipriui įtakos turi atviras klijų išlaikymas, klijavimui naudojamas slėgis ir klijuojamų medžiagų struktūra. Medienos drožtinio lukšto klijavimui rekomenduojama naudoti mažiausiai 0,5 MPa klijavimo slėgį, o klijus atvirai išlaikyti 1 – 3 minutes. Klijuojant HPL laminatą ar kitas sintetines ir neporėtas medžiagas, rekomenduojama naudoti 0,5 MPa klijavimo slėgį, o klijus atvirai išlaikyti 10 min.

3.6 PChP klijų ir PVAc dispersijos sanklijos stiprių palyginimo tyrimas

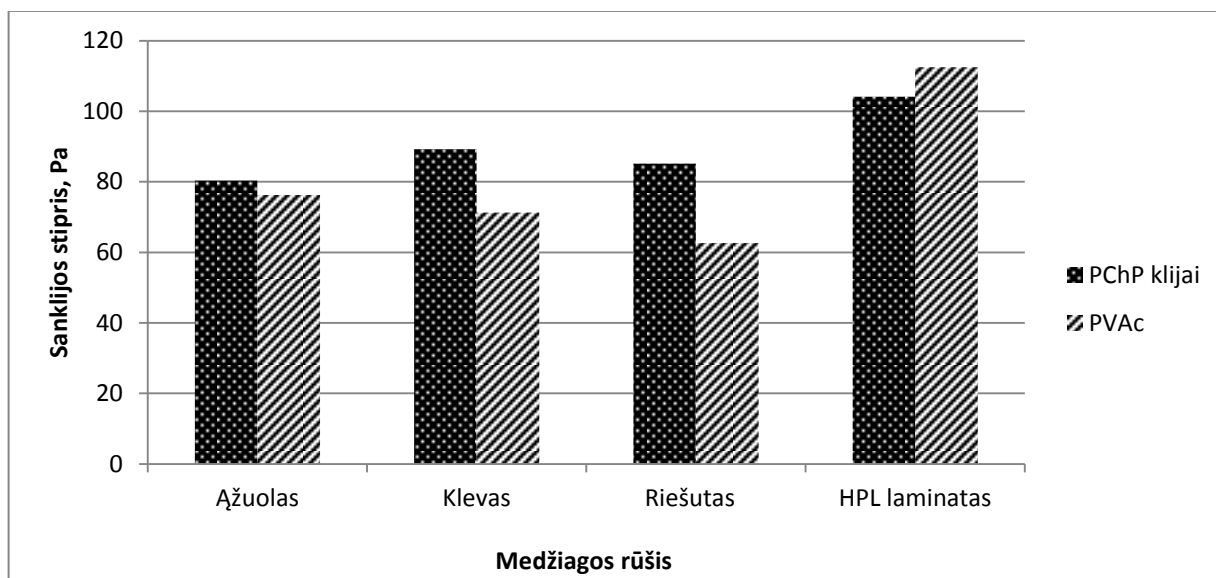
Baldų pramonėje yra ypač paplitę ir įvairiems klijavimams dažniausiai naudojama polivinilacetato dispersija (PVAc). Todėl aktualu ištirti ir palyginti PChP klijų ir PVAc dispersijos sanklijos stiprius, kadangi šių abiejų rūšių klijavimo technologija yra panaši: PVAc klijai gali būti naudojami klijuojant rankiniu būdu, vakuuminiam prese arba karšto klijavimo prese iki 80°C temperatūros.

Pagal gamintojo rekomendacijas, klijuojant gumos ir natūralios odos gaminius su PChP klijais, šie išlaikomi atvirai, kol išgaruoja tirpiklis, tada klijų plėvelė pakaitinama pramoniniu fenu 60 – 80°C temperatūra. Klijuojami paviršiai suglaudžiami ir suspaudžiami, gaunama itin stipri sanklija. [48] Tačiau, medienos pramonėje šios klijavimo technologijos taikyti negalima, kadangi kaitinant medienos drožtinį lukštą pramoniu fenu dėl medienos išbrinkio ir nuodžiūvio savybių, atsiranda liekamosios lukšto paviršiaus deformacijos.



52 pav. PChP klijais klijuoto klevo lukšto defektai, po klijų plėvelės pakaitinimo pramoniniu fenu.

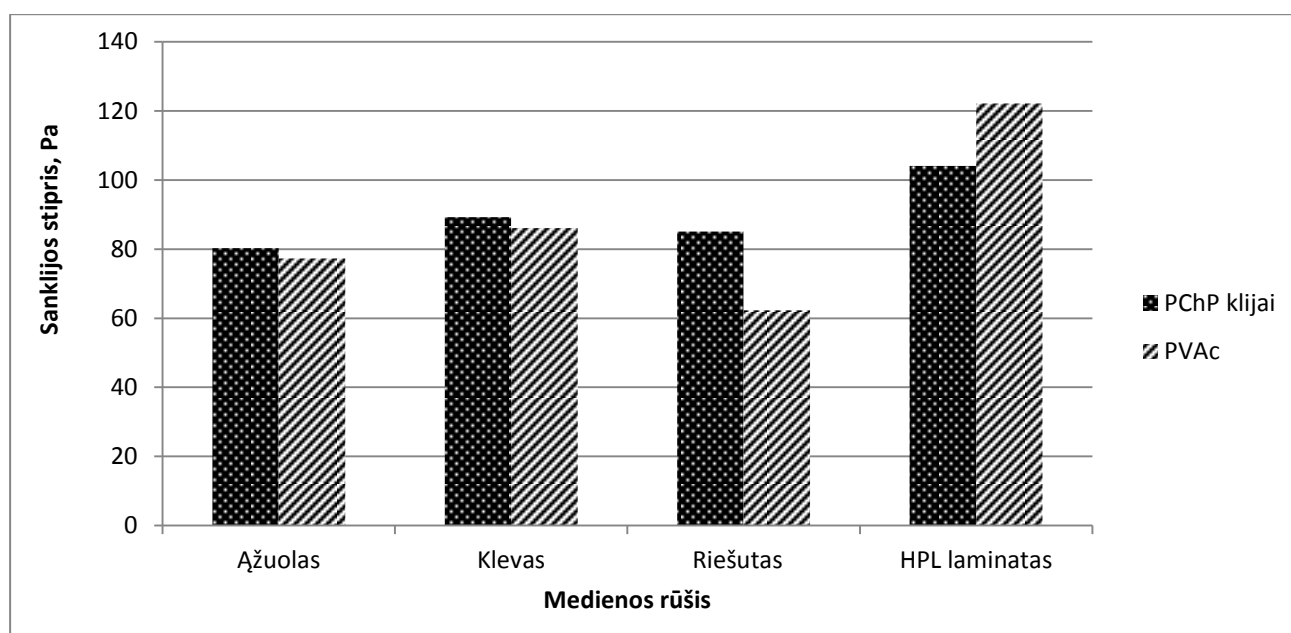
Lyginant PChP klijų ir PVAc dispersijos sanklijos stiprius, kai bandiniai klijuojami rankiniu būdu, slegiant rankiniais spaustuvais ir tokiu būdu imituojant presą, pastebėtas akivaizdus skirtumas. (53 pav.)



53 pav. PChP klijų ir PVAc dispersijos sanklijos stiprio palyginimas, kai klijuojama rankiniu būdu.

Analizuojant rezultatus, pastebėta, kad tiek PChP klijų, tiek PVAc dispersijos sanklijos stipris priklauso nuo medienos rūšies. Didžiausias PVAc dispersijos sanklijos stipris 112,4 Pa gautas HPL laminato, jis 8 % didesnis už PChP klijų sanklijos stiprį. Medienos drožtiniui lukštui klijuoti rekomenduojami PChP klijai, kadangi klijuojant riešuto medieną sanklijos stipris gaunamas 36 % , klevo – 17 %, o ąžuolo – 5 % didesnis nei PVAc dispersijos.

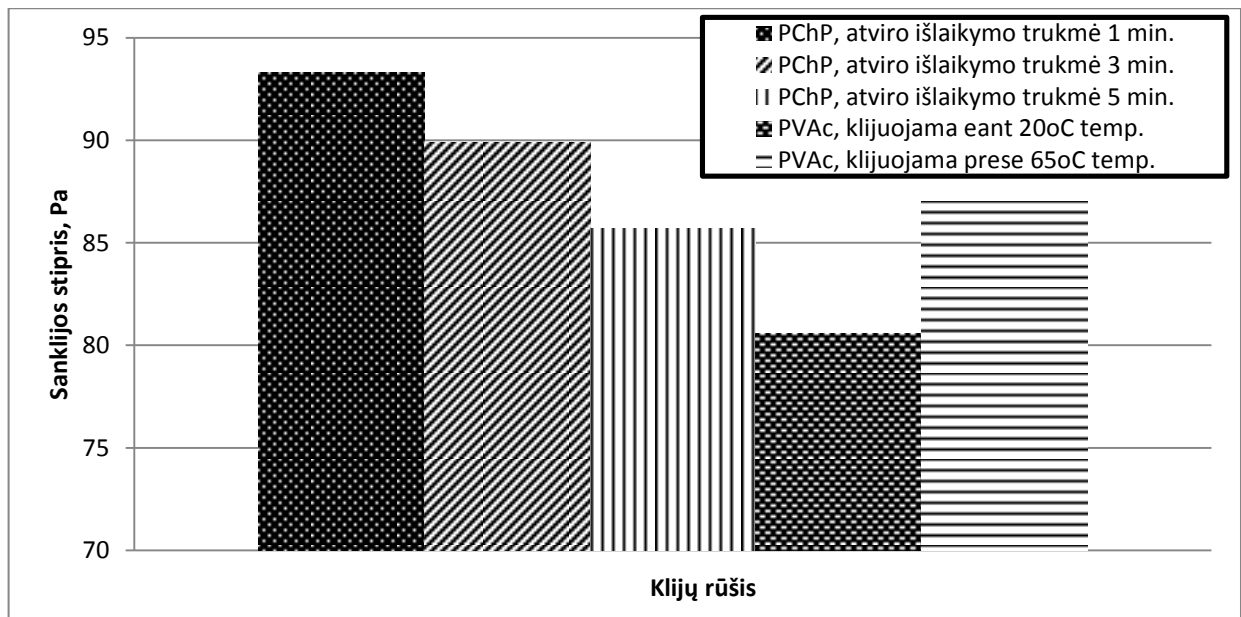
Klijuota prie 65oC temperatūros, kadangi aktualu ištirti ar ji turi įtakos tiek PVAc, tiek PChP klijų sanklijos stipriui. Lyginant PChP klijų ir PVAc dispersijos, kai bandiniai su PVAc klijuojami karšto klijavimo prese, esant 65°C temperatūrai, sanklijos stiprius, pastebėta, kad klijavimo temperatūra ir klijavimo slėgis turi įtakos PVAc dispersijos sanklijai. (54 pav.)



54 pav. PChP klijų ir PVAc dispersijos palyginimas, kai PVAc bandiniai klijuojami prese, esant 65°C temperatūrai.

Didžiausias sanklijos stipris tiek PChP klijų, tiek PVAc dispersijos gaunamas HPL laminato bandinių. PChP klijų sanklijos stipris yra 17 % mažesnis už PVAc. Riešuto medienos, klijuojant PChP klėjais, sanklijos stipris yra 36 % didesnis už PVAc dispersijos sanklijos stiprį, o klevo ir ąžuolo medienos tik 4 % didesnis.

Kad gauti bendras, visai tirtai medienai, sanklijos stiprio kitimo tendencijas, kaip jis kinta priklausomai nuo klijų rūšies, atviro išlaikymo trukmės bei klijavimo temperatūros, gautieji, prie atitinkamų sąlygų, tyrimų rezultatai suvidurkinti ir pateikti 55 paveiksle. Tokiu būdu galima gauti bendrines klijavimo išvadas bei rekomendacijas.



55 pav. Sanklijos stiprio priklausomybė nuo klijų rūšies ir kljavimo režimo.

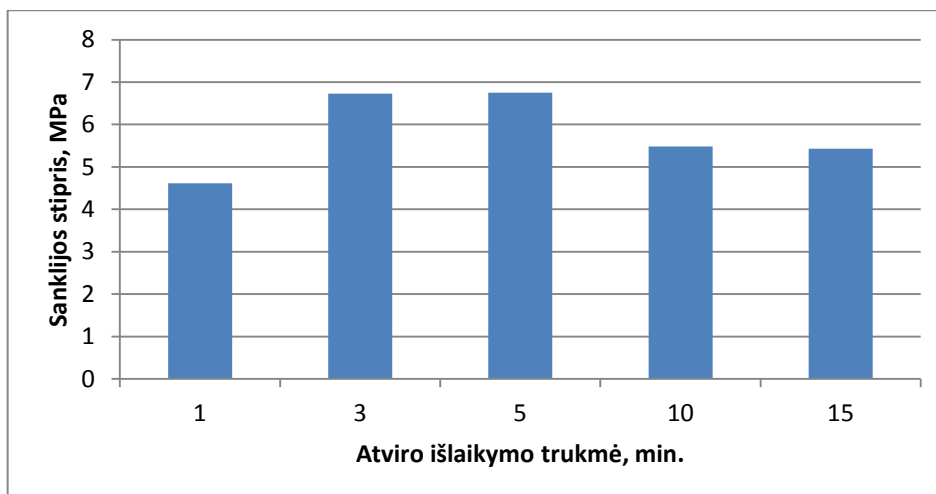
Nustatyta, kad didžiausias sanklijos stipris yra PChP klijų, kai atviro išlaikymo trukmė 1 minutė, jis 16 % didesnis už PVAc dispersijos sanklijos stiprį, kai klijuojama 20°C temperatūroje, slegiant rankiniais spaustuvais, o šis rezultatas yra 8 % mažesnis už PVAc dispersijos sanklijos stiprį, kai bandiniai klijuojami pramoniniame prese esant 65°C temperatūrai.

Išanalizavus rezultatus, galima teigti, kad lukšto kljavimui labiausiai tinka PChP klijai taikant 1-3 minučių atviro išlaikymo trukmę. Klijuojant su PChP klijais, negalima medienos drožtinio lukšto klijuoti naudojant didesnę nei 65°C temperatūrą, kadangi atsiranda lukšto defektai. PVAc dispersija lukšto kljavimui yra tinkama, tačiau kljavimo technologija yra sudėtinga ir imli laikui, o patikimesnė sanklija gaunama, kai bandiniai klijuojami karštame prese. Todėl, klijuojant rankiniu būdu rekomenduojama naudoti PChP klijus.

3.7 PChP klijų formuojamos sanklijos stiprio tyrimas

Atliktas bandymas, tikslu: nustatyti kokio stiprio sankliją formuoja PChP klijai. Tyrimui naudojama: klevo, ąžuolo ir riešuto medienos lukštas.

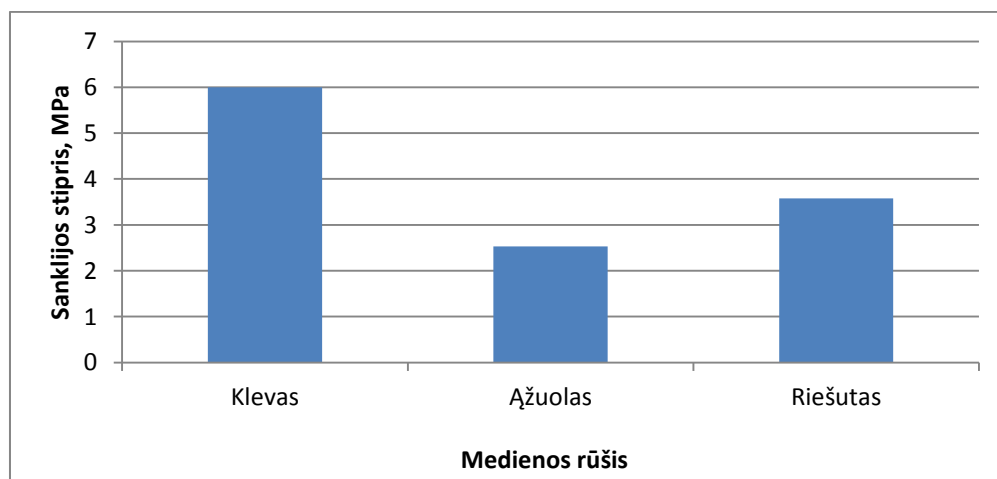
Atliekant klevo medienos lukšto bandymus, visi bandiniai suiro per klijų plėvelę, medienos lukštas nebuvo pažeistas. Todėl, galima teigti, kad gauti rezultatai nurodo kokio stiprio sankliją formuoja PChP klijai (56 pav.)



56 pav. PChP klijų formuojamos plėvelės stiprio priklausomybė nuo atviro išlaikymo trukmės.

Nustatyta, kad didžiausias sanklijos stipris gaunamas, kai atviro išlaikymo trukmė 3 ir 5 minutės. 1 minutės klijų plėvelės stipris yra 46 % mažesnis už 3-5 minučių plėvelės stiprį. Po 10 ir 15 minučių atviro išlaikymo klijų plėvelės stipris gaunamas beveik vienodas, skirtumas yra nereikšmingas. Nustatyta, kad atviro išlaikymo trukmė veikia PChP klijų plėvelės stiprį. Tačiau, atliekant šlyties tyrimą, riešuto ir ąžuolo mediena, visais atviro išlaikymo atvejais suiro medienos atžvilgiu. Todėl, galima teigti, kad klijų plėvelė yra stipresnė už medienos lukštą.

Atlikus šlyties tyrimą nustatyta, kad ąžuolo ir riešuto medienos lukštas yra lengvai klijuojamas, klijų plėvelė gaunama pakankamai stipri. Visais atviro išlaikymo atvejais, riešuto ir ąžuolo lukšto bandiniai suiro per medieną, todėl galima teigti, kad klijų plėvelė yra stipresnė už medieną. (57 pav.)



57 pav. PChP klijais formuotos sanklijos stiprio priklausomybė nuo medienos rūšies.

Nustatyta, kad PChP klijų sanklijos stipris, kai klijuojama klevo mediena yra 137 % didesnis lyginant su ąžuolo mediena ir 68 % didesnis lyginant su riešuto mediena. Tačiau, visi

riešuto ir ąžuolo medienos bandiniai suiro medienos atžvilgiu, o bandiniai klijuoti iš klevo lukšto plyšdavo per klijų siūlę. Iškelta hipotezė, kad tokiam sanklijos „defektui“ įtakos turi medienos paviršiaus šiurkštumas.

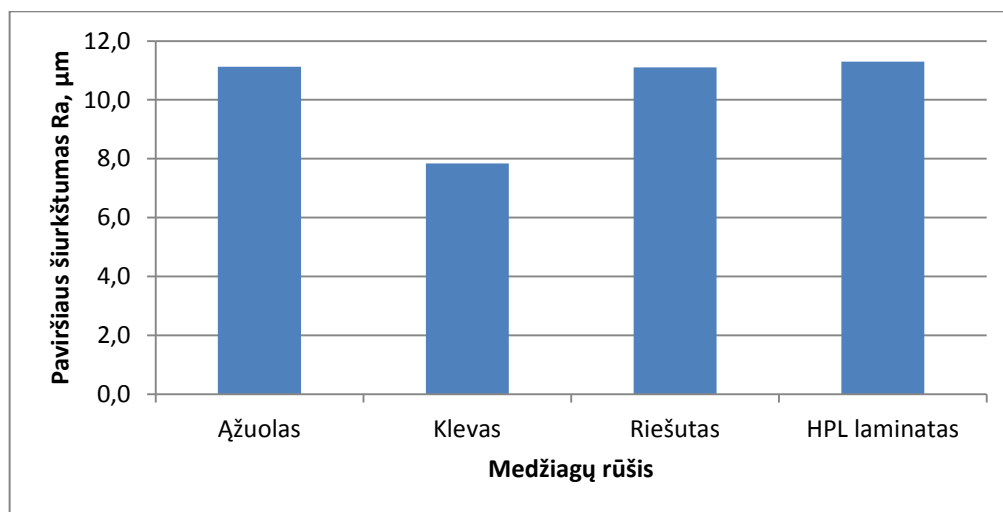
3.8 PChP klijų sanklijos stiprio priklausomybė nuo medienos lukšto paviršiaus šiurkštumo

Vienas iš pagrindinių veiksnių lemiančių sanklijos stiprumą yra klijuojamų medžiagų paviršiaus savybės. Todėl, svarbu ištirti, tyrime naudojamų medžiagų paviršiaus šiurkštumą (20 lentelė) ir jo įtaką klijų plėvelės stipriui (58 pav.)

20 lentelė. Tiriamų medžiagų paviršiaus šiurkštumo parametrai.

Medienos rūšis	Paviršiaus šiurkštumo parametrai		
	R_a , μm	R_z , μm	R_{max} , μm
Ąžuolas	11,1	83,3	131,5
Klevas	7,8	51,7	66,0
Riešutas	11,1	92,6	126,9
HPL laminatas	11,3	71,3	87,7

Nustatyta, kad didžiausi paviršiaus mikronelygumai yra ąžuolo medienos, kurios R_{max} yra 131,5 μm , riešuto - 126,9 μm , HPL laminato – 87,7 μm . Mažiausias paviršiaus šiurkštumas (R_a 7,8 μm) ir mikronelygumai (R_{max} 66,0 μm) yra klevo medienos.

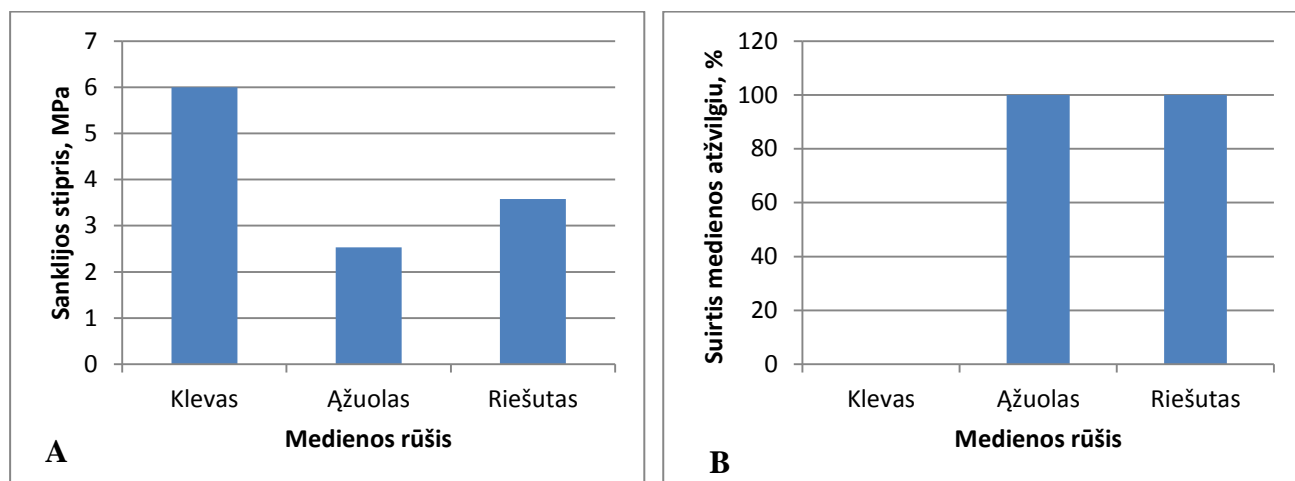


58 pav. Tiriamų medžiagų paviršiaus šiurkštumas.

Klevo medienos lukšto paviršiaus šiurkštumas yra 45 % mažesnis už kitų tiriamų medžiagų. Dėl medienos struktūros panašumo, ąžuolo ir riešuto medienos lukšto paviršiaus šiurkštumas (11 μm) gaunamas vienodas. Iš pažiūros klijuojamas HPL laminato paviršius yra

vienalytė medžiaga, tačiau nustatyta, kad šios medžiagos paviršiaus šiurkštumas (11,3 μm) yra didžiausias iš visų tyrime naudojamų medžiagų. Tam įtakos turi HPL laminato gamybos procese taikomas klijuojamo paviršiaus šlifavimas, kuris padidina paviršiaus šiurkštumą ir pagerina sankliją.

Nustačius paviršiaus šiurkštumą, svarbu išanalizuoti kaip jis veikia PChP klijų plėvelės stiprį. (59 pav.) Analizuojama tik medienos lukšto paviršiaus šiurkštumo įtaka.



59 pav. PChP klijų sanklijos stiprio priklausomybė nuo medienos lukšto paviršiaus šiurkštumo (klevas – 7,8 μm , ažuolas – 11,1 μm , riešutas – 11,1 μm): A – klijų sanklijos stipris; B – suirtis medienos atžvilgiu.

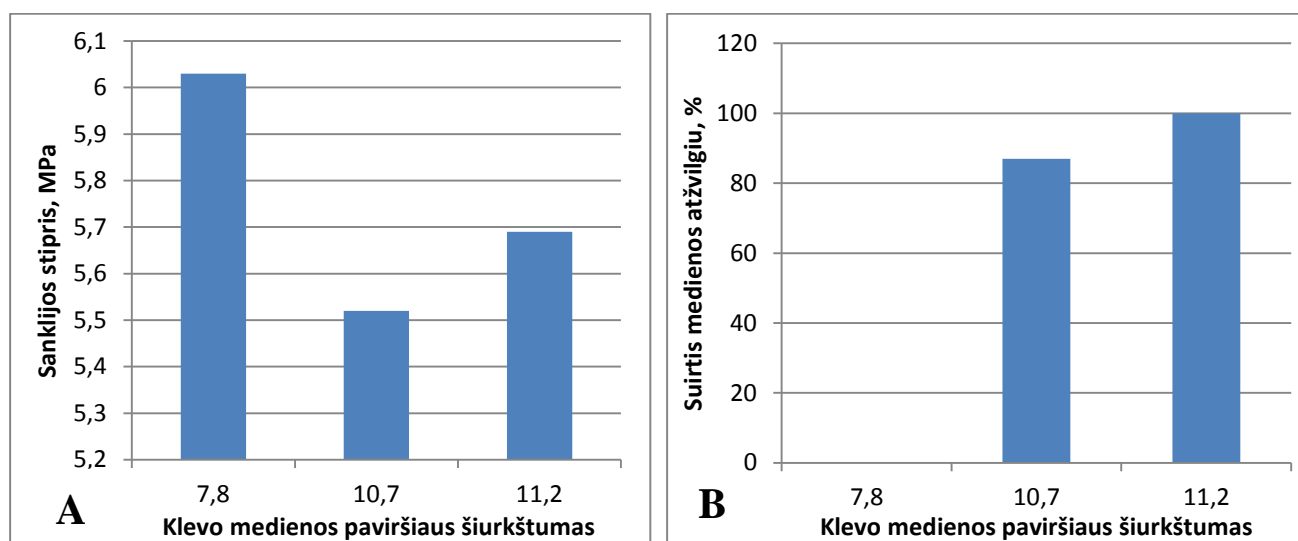
Lyginant klijų plėvelės stiprius pastebėta, kad didžiausias stipris yra klevo medienos, tačiau dėl mažo paviršiaus šiurkštumo suirtis medienos atžvilgiu yra 0 %, tai reiškia, kad visi bandiniai suiro per sankliją. Visi riešuto ir ažuolo lukšto bandiniai suirto medienos atžvilgiu (100 %), tačiau sanklijos stipris gaunamas beveik 3 kartais mažesnis lyginant su klevo bandinių stipriu. Mažesnis sanklijos stipris buvo gautas dėl to, kad buvo bandoma mediena, o ne sanklija. Šiam rezultatui įtakos turi paviršiaus šiurkštumas ir porėtumas, kadangi tokia mediena yra lengviau klijuojama, paviršiaus mikronelygumai sudaro didesnę klijuojamo paviršiaus plotą, taip padidinant klijų plėvelės stiprį. Kadangi bandant klevo medienos lukšto bandiniai parodė didelį sanklijos stiprį, bet suirtis per medieną 0 %, todėl buvo nuspręsta klevo lukštą pašiurkštinti.

Galima teigti, kad dėl mažo paviršiaus šiurkštumo klevo medienos lukštas yra sunkiai klijuojamas rankiniu būdu, gaunami klijavimo defektai. Todėl, svarbu ištirti, kaip klevo medienos paviršiaus šiurkštumo padidinimas veikia PChP klijų sanklijos stiprį. Šiurkštumo padidinimui naudojamas šlifavimo popierius, kurio grūdėtumas yra: viename bandyme - P60, kitame - P80. Pašiurkštintamas tik klevo medienos lukštas. (21 lentelė)

21 lentelė. Klevo medienos lukšto paviršiaus šiurkštumo parametrai.

Medienos rūšis	Paviršiaus šiurkštumo parametrai		
	$R_{a}, \mu\text{m}$	$R_{z}, \mu\text{m}$	$R_{\text{max}}, \mu\text{m}$
Klevas	7,8	51,7	66,0
Klevas+P60	10,7	67,3	91,7
Klevas+P80	11,2	74,2	90,4

Pašlifavus P60 grūdėtumo popieriumi, paviršiaus šiurkštumas padidėjo 37 %, o P80 grūdėtumo popieriumi – 44 %. Atliktas, tokių pašiurkštintų bandinių, sanklijos stiprio nustatymas (60 pav.).



60 pav. PChP klijų sanklijos stiprio priklauso nuo klevo lukšto paviršiaus šiurkštumo: A – klijų sanklijos stipris; B – suirtis medienos atžvilgiu.

Nustatyta, kad medienos paviršiaus šiurkštumas daro įtaką PChP klijų plėvelės stipriui. Nors didžiausias sanklijos stipris gaunamas, kai klijuojamas klevo lukštas be papildomo šlifavimo abrazyviniu popieriumi, tačiau suirtis medienos atžvilgiu yra 0 %, o tai reiškia, kad visi bandiniai suiro per klijų plėvelę. Pašlifavus lukšto paviršių P60 grūdėtumo popieriumi, paviršiaus šiurkštumas padidėjo 37 %, lyginant su kontroliniais klevo lukšto bandiniais, tačiau sanklijos stipris gaunamas 9 % mažesnis, o suirtis medienos atžvilgiu yra 87 %. Didžiausias klevo medienos paviršiaus šiurkštumas 11,2 μm gaunamas pašlifavus lukštą su P80 grūdėtumo abrazyviniu popieriumi, tačiau sanklijos stipris lyginant su kontroliniais klevo lukšto bandiniais gaunamas 6 % mažesnis, suirtis medienos atžvilgiu yra 100 %. Lyginant klevo lukšto paviršiaus šiurkštumus, pastebėta, kad tvirčiausia sanklija gaunama, kai lukšto paviršius pašlifuojamas P80 grūdėtumo abrazyviniu popieriumi, kandangi suirtis medienos atžvilgiu yra 100 %.

Rekomenduojama gamyboje, klijuojant klevo medienos lukštą, jo paviršių prieš klijų užtepimą pašiurkštinti P80 grūdėtumo abrazyviniu popieriumi, nuvalius dulkes, tepti klijus, o kad sanklija būtų tolygi, naudoti mažiausiai 0,5 MPa klijavimo slėgį.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Tiriamų medienos rūšių drėgnis yra tinkamas klijavimui, kadangi jis varijuoja tarp 6 – 14 %.
2. Vilgumo kampo tyrimu nustatyta, kad geriausiai drėkinamas klevo ir riešuto medienos drožtinis lukštas.
3. Medienos rūšis turi įtakos PChP klijų sanklijos stipriui. Didžiausias sanklijos stipris gaunamas klevo medienos.
4. PChP klijų sanklijos stipriui įtakos turi atviras klijų išlaikymas, klijavimui naudojamas slėgis ir klijuojamų medžiagų struktūra. Medienos drožtinio lukšto bei HPL klijavimui rekomenduojama naudoti mažiausiai 0,5 MPa klijavimo slėgį.
5. Atviro klijų išlaikymo trukmė daro įtaką PChP klijų sanklijos stipriui. Klijuojant medienos lukštą rekomenduojama klijus atvirai išlaikyti 1 – 3 minutes, o klijuojant HPL laminatą – 10 minučių.
6. Klijuojant medienos drožtinį lukštą, negalima klijų plėvelės pakaitinti pramoniniu fenu 60 – 80°C temperatūra, kaip rekomenduoja gamintojas, kadangi dėl medienos išbrinkio ir nuodžiūvio savybių atsiranda liekamosios lukšto paviršiaus deformacijos.
7. PVAc dispersija lukšto klijavimui yra tinkama, tačiau klijavimo technologija yra sudėtinga ir imli laikui, o patikimesnė sanklija gaunama, kai bandiniai klijuojami karštame prese. Todėl klijuojant rankiniu būdu rekomenduojama naudoti PChP klijus.
8. Vienas iš pagrindinių veiksnių, lemiančių sanklijos stiprumą, yra klijuojamų medžiagų paviršiaus savybės.
9. Nustatyta, kad klevo lukšto ir PChP klijų sankliją formuoja mažas medienos paviršiaus šiurkštumas, ko pasekoje gaunami faneravimo defektai.
10. Klijuojant klevo medienos lukštą, rekomenduojama jo paviršių prieš klijų užtepimą pašiurkštinti P80 grūdėtumo abrazyviniu popieriumi, o kad sanklija būtų tolygi, naudoti apie 0,5 MPa klijavimo slėgį.

LITERATŪRA

1. **Charles B. Vick.** Wood handbook – wood as an engineering material. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. (2002) 463 p. ISBN-13: 978-0898750829
2. **Pizzi A, Mittal KL.** Handbook of adhesive technology. 2nd ed. CRC Press LLC; (2003), 1036 p. ISBN 978-0824709860
3. **Lijun Qiao, Allan J. Eastel, Clive J. Bolt, Philip K. Coveny, Robert A. Franich.** Improvement of the water resistance of poly(vinyl acetate) emulsion wood adhesive, Pigment & Resin Technology, Vol. 29 Iss: 3, (2000). 152 – 158.
4. **Charles B. Vick,** Wood handbook – wood as an engineering material. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. (2002) 463 p. ISBN-13: 978-0898750829
5. **Imran Khan • B. T. Poh.** Natural Rubber-Based Pressure-Sensitive Adhesives: A Review. Division of Bio-Resource, Paper and Coatings Technology, School of Industrial Technology, Universiti Sains Malaysia. (2011)
6. **Pocius AV.** In: Adhesion and Adhesives Technology, 2nd ed. Cincinnati, OH: Hanser Gardner Publications. (2002)
7. **Darina ZHELEVA.** Study on the influence of the hardener over the properties and structure of adhesives based on chloroprene rubber. University of Chemical Technology and Metallurgy, Textile and Leather Department, 8 Kliment Ohridsky Blvd., Sofia, Bulgaria. (2012)
8. **Sina Ebnesajjad,** Adhesives Technology Handbook. , Fluoroconsultants Group, Chadds Ford, PA, USA. (2014)
9. **Mehmet Budakci,** THE DETERMINATION OF ADHESION STRENGTH OF WOOD VENEER AND SYNTHETIC RESIN PANEL (LAMINATE) ADHESIVES. Duzce University, Technical Education Faculty, Department of Furniture and Decoration, Duzce, Turkey. (2010)
10. **R Bainbridge, C Mettem, K Harvey, M Ansell.** Bonded-in rod connections for timber structures—development of design methods and test observations. International Journal of Adhesion and Adhesives. Volume 22, Issue 1, (2002), p. 47–59.
11. **IOANA DUSESCU, ROXANA POPESCU, CAMELIA HODOSAN, LUCICA NISTOR, GHEORGHE HUBCA,** Comparative Analysis on the Performances of the Pressure Sensitive Adhesives based on Polychloroprene Rubber and Hybrid Acrylic

- Adhesives, S.C. Haas–C-Impex S.R.L., Ploiești, 1 Lăpușna Str., 100002, Prahova, Romania. (2014)
12. **Imran Khan, B.T. Poh.** Effect of molecular weight and testing rate on adhesion property of pressure-sensitive adhesives prepared from epoxidized natural rubber *Materials and Design*, 32 2513-2519. (2011)
 13. **A. S. Skornyakov.** Contact Adhesives Based on Polyurethanes and Natural Rubbers, ZAO Anles, ul. Mendeleevskaya 2, St. Petersburg, 194044 Russia. (2011)
 14. **NEETHA JOHN, RANI JOSEPH,** Rubber Solution Adhesives for Wood-to-Wood Bonding, Department of Polymer Science and Rubber Technology, Cochin University of Science and Technology, Cochin 682022, India. (1997)
 15. **Douglas J. Gardner,** Adhesion Mechanisms of Durable Wood Adhesive Bonds, 2005
 16. **Frihart, C.R.** Wood adhesion and adhesives. In: Rowell, R.M., ed. *Handbook of wood chemistry and wood composites*. Boca Raton, FL: Taylor & Francis. (2005) p. 215–278
 17. **Joaõ Custódio, James Broughton, Helena Cruz.** A review of factors influencing the durability of structural bonded timber joints. Timber Structures Division, Structures Department, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. Brasil 101, 1700-066 Lisbon, Portugal. (2008)
 18. **R Bainbridge, C Mettem, K Harvey, M Ansell.** Bonded-in rod connections for timber structures—development of design methods and test observations. *International Journal of Adhesion and Adhesives*. Volume 22, Issue 1, (2002), p. 47–59.
 19. **Wheeler AS, Hutchinson AR.** Resin repairs to timber structures. *Int J Adhes Adhes* (1998), 18(1) p. 1–13.
 20. **Joseph Albert Mukam Fotsing and Celestin Patrick Tankou Ntahayo.** PHYSICAL PROPERTIES OF LAMINATED VENEER LUMBER MADE WITH CAMEROONIAN HARDWOODS AND NEOPRENE CONTACT ADHESIVE, Laboratory of Wood Science and Technology, Ecole Normale Supérieure, University of Yaoundé I, Cameroon. (2012)
 21. **Laine, K., Rautkari, L., & Hughes, M.** The effect of process parameters on the hardness of surface densified Scots pine solid wood. *European Journal of Wood and Wood Products*, 71(2013):1. pp. 13 – 16.
 22. **Custódio, J., Broughton, J., and Cruz, H.** “A review of factors influencing the durability of structural bonded timber joint,” *International Journal of Adhesion & Adhesives* 29, (2009) 173-185.
 23. **Salim Hiziroglu, Z.W. Zhong, W.K. Ong,** Evaluating of bonding strength of pine, oak and nyatoh wood species related to their surface roughness, Department of Natural Resource, Ecology and Management, Oklahoma State University, Stillwater, OK 74078, USA. (2013)

24. **Salim Hiziroglu, Z.W. Zhong, H.L. Tan**, Measurement of bonding strength of pine, kapur and meranti wood species as function of their surface quality. Department of Natural Resource, Ecology and Management, Oklahoma State University, Stillwater, OK 74078, USA. (2013)
25. **Kadir Ozkaya, Nadir Ayrimis, Taner Dizel, Hasan Ozgur Imirzi**. Utilization of extract of fresh tree leaves as extender in synthetic adhesives for laminated veneer lumber (LVL). *Industrial Crops and Products* 44 (2013), p. 67– 7.
26. **Bomba, J., Cvach, J., Šedivka, P., and Kvietková, M.** Strength increase pattern in joints bonded with PVAc adhesives. *BioResources* 9(1), (2014) 1027-1037.
27. **Jan Bomba, Přemysl Šedivka, Martin Böhm, and Michal Devera.** Influence of Moisture Content on the Bond Strength and Water Resistance of Bonded Wood Joints. Bomba *et al.* “Moisture & joint strength,” *BioResources* 9(3), (2014) 5208-5218.
28. **K.S. Ho**, SOME DEFECTS IN VENEER AND PLYWOOD. Published by Timber Technology Centre (TTC), FRIM, Kepong, 52109 Kuala Lumpur. (1998)
29. **Christiansen, Alfred W.; Knaebe, Mark.** Diagnostic guide for evaluating surface distortions in veneered furniture and cabinetry. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-143. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. (2004) 8 p.
30. **Bruce Duncan, Richard Mera, Doug Leatherdale, Mark Taylor and Russell Musgrove.** Techniques for characterising the wetting, coating and spreading of adhesives on surfaces, (2005): NPL REPORT
31. **Vladislav Zdravković, Aleksandar Lovrić.** INFLUENCE OF THERMAL TREATMENTS ON WETTABILITY AND WATER SPREADING ON THE SURFACE OF POPLAR VENEER. Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1 , Belgrade/Serbia. (2010)
32. **Baldan A.** Adhesion Phenomena in Bonded Joints, *Internat. J. of Adhesion & Adhesives*, 38, (2012) p. 95-116
33. **Yang Shuo, Gu Lan, Ronald F.** Nondestructive detection of weak joints in adhesively bonded composite structures. *Gibson Compos Struct* (2001);51: p. 63–71.
34. **Maeva E, Severina I, Bondarenko S, Chapman G, O'Neill B, Severin F, Maev RG. Can J Phys.** Surface Properties of Plastic Materials in Relation to Their Adhering Performance. (2004); p. 82:891
35. **Shultz J, Nardin M.** Theories and mechanisms of adhesion. In: Mittal KL, Pizzi A, editors. *Adhesion Promotion Techniques: Technological Applications*. New York: Marcel Dekker, Inc.; (2002) p. 19.
36. **Riegel A.** Quality measurement in surface technologies. *International Conference on Woodworking Technologies, Ligna, Hannover* pp. (2004) p. 23:1-9

37. **Gurau L, Mansfield-Williams H, Irle M.** Processing roughness of sanded wood surfaces. Holz als Roh- und Werkstoff 63: (2005) p.43-52
38. **Honkanen J.** The effect of scale on the surface roughness measurements. 2nd Workshop for the COST E35, ENSAM Cluny, France (2004) p.10-11
39. **Budakçi, M., Gurleyen, L., Cinar, H., and Korkut, S.** Effect of wood finishing and planing on surface smoothness of finished wood. *Journal of Applied Sciences* 7, (2007) p. 2300-2306. DOI: 10.3923/jas.2007.2300.2306.
40. **Cevdet Söğütü.** Determination of the Effect of Surface Roughness on the Bonding Strength of Wooden Materials. Department of Wood Products Industrial Engineering, Technology Faculty, Gazi University 06500 Ankara, Turkey. (2016) p. 1417-1429
41. **de Moura, L. F., and Hernández, R. E.** “Characteristics of sugar maple wood surfaces produced by helical planing,” *Wood and Fiber Science* 38(1), (2007) p.166-178.
42. **Bastani, A., Adamopoulos, S., Koddenberg, T., and Militz, H.** “Study of adhesive bondlines in modified wood with fluorescence microscopy and X-ray microcomputed tomography,” *International Journal of Adhesion and Adhesives* 68, (2016) p. 351- 358. DOI: 10.1016/j.ijadhadh.2016.04.006
43. **Özçifçi, A.** “Impacts of impregnation with boron compounds on the bonding strength of wood materials,” *Construction and Building Materials* 22(4), (2008) p. 541-545. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2006.11.006
44. **Burdurlu, E., Kılıç, Y., Elibol, G. C., and Kılıç, M.** “The shear strength of Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) bonded with polyurethane and polyvinyl acetate adhesives,” *Journal of Applied Polymer Science* 99(6), (2006) p. 3050-3061. DOI:10.1002/app.22905
45. **M. G. Becker** . Contact Adhesive C 114/5 . [žiūrėta: 2016 m. lapkričio 15 d.][interaktyvus] Prieiga per internetą: <<https://www.master-profil.com/pdfs/114.5.pdf>>
46. **P.A. van Meela, S.J.F. Ericha, H.P. Huininka, K. Kopingaa, J. de Jongb, O.C.G. Adana.** Moisture transport in coated wood. *Progress in Organic Coatings* 72 (2011) p. 686–694
47. **Joaõ Custodio, James Broughton, Helena Cruz.** A review of factors influencing the durability of structural bonded timber joints. *International Journal of Adhesion & Adhesives* 29, (2009), p.173– 185.
48. **KGK de Silva, AHL Renuka Nilmini and Disni Dayaratne.** IMPROVEMENTS IN PERFORMANCE OF POLYCHLOROPRENE RUBBER BASED ADHESIVES. *Journal of the Rubber Research Institute of Sri Lanka*, (2001) 84, p. 50-62

49. **Kretschmann, D.E.** The influence of juvenile wood content on shear parallel, compression and tension perpendicular to grain strength and mode I fracture toughness of loblolly pine at various ring orientations. *Forest Products Journal*. 58(7/8): (2008) p. 89–96.
50. **Huining Xiao.** Evaluation of Shear Strength and Percent Wood Failure. This report was produced as part of the Value to Wood Program, funded by Natural Resources Canada. (2007)

PRIEDAI

1 PRIEDAS

PChP klijų sanklijos stiprio priklausomybė nuo atvirojo klijų išlaikymo trukmės (0, 10, 15 ir 30 min.)

Bandymui naudotos faneravimo medžiagos: klevo, ąžuolo ir riešuto medienos drožtinis lukštas, HPL laminatas, kaip pagrindas naudojama MDP plokštė.

Bandymas atliktas taikant atviro klijų išlaikymo laiką: 0, 10, 15 ir 30 minučių.

1 lentelė. Riešuto bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 0 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, F _{max} , N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
R 0.1	86	40	35	1400	61,4	50
R 0.2	81,7	40	35	1400	58,4	0
R 0.3	89,3	40	35	1400	63,8	80
R 0.4	71,3	40	35	1400	50,9	0
R 0.5	118,4	40	35	1400	84,6	100
R 0.6	87,7	40	35	1400	62,6	60
R 0.7	91	40	35	1400	65,0	100
R 0.8	90	40	35	1400	64,3	0
R 0.9	131,4	40	35	1400	93,9	100
R 0.10	100	40	35	1400	71,4	100
R 0.11	100,6	40	35	1400	71,9	100
R 0.12	77,3	40	35	1400	55,2	0
R 0.13	79	40	35	1400	56,4	0
R 0.14	97	40	35	1400	69,3	100
R 0.15	71,3	40	35	1400	50,9	0
R 0.16	29,3	40	35	1400	20,9	0
R 0.17	116,6	40	35	1400	83,3	100
R 0.18	68	40	35	1400	48,6	0
R 0.19	76	40	35	1400	54,3	0
R 0.20	55	40	35	1400	39,3	0
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, T _{min} :						20,9
Didžiausias suklijavimo stipris, T _{max} :						93,9
Suirties per medieną vidurkis:						44,50
Vidutinis klijavimo stipris, T _{vid} :						61,3
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						16,23
Variacijos koeficientas V:						26,47

2 lentelė. Riešuto bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 10 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, F_{max} , N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm^2	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
R 10.1	68	40	35	1400	48,6	0
R 10.2	91	40	35	1400	65,0	30
R 10.3	78,8	40	35	1400	56,3	0
R 10.4	94,3	40	35	1400	67,4	80
R 10.5	64	40	35	1400	45,7	0
R 10.6	47,7	40	35	1400	34,1	0
R 10.7	72	40	35	1400	51,4	0
R 10.8	56,7	40	35	1400	40,5	0
R 10.9	68,7	40	35	1400	49,1	0
R 10.10	85,3	40	35	1400	60,9	10
R 10.11	57,7	40	35	1400	41,2	0
R 10.12	85,3	40	35	1400	60,9	30
R 10.13	88,7	40	35	1400	63,4	10
R 10.14	96,3	40	35	1400	68,8	95
R 10.15	64	40	35	1400	45,7	0
R 10.16	46,3	40	35	1400	33,1	0
R 10.17	50,7	40	35	1400	36,2	0
R 10.18	43,7	40	35	1400	31,2	0
R 10.19	44,3	40	35	1400	31,6	0
R 10.20	46,7	40	35	1400	33,4	0
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, T_{min} :						31,2
Didžiausias suklijavimo stipris, T_{max} :						68,8
Suirties per medieną vidurkis:						12,75
Vidutinis klijavimo stipris, T_{vid} :						48,2
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						12,94
Variacijos koeficientas V:						26,82

3 lentelė. Riešuto bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 15 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, F _{max} , N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
R 15.1	74,3	40	35	1400	53,1	0
R 15.2	98	40	35	1400	70,0	100
R 15.3	52,3	40	35	1400	37,4	0
R 15.4	73	40	35	1400	52,1	0
R 15.5	77,3	40	35	1400	55,2	0
R 15.6	39,3	40	35	1400	28,1	0
R 15.7	48	40	35	1400	34,3	0
R 15.8	80,3	40	35	1400	57,4	0
R 15.9	82,3	40	35	1400	58,8	30
R 15.10	54,7	40	35	1400	39,1	0
R 15.11	89	40	35	1400	63,6	0
R 15.12	38,3	40	35	1400	27,4	0
R 15.13	85,7	40	35	1400	61,2	0
R 15.14	52	40	35	1400	37,1	0
R 15.15	61	40	35	1400	43,6	0
R 15.16	85,7	40	35	1400	61,2	15
R 15.17	83,7	40	35	1400	59,8	0
R 15.18	46	40	35	1400	32,9	0
R 15.19	43,3	40	35	1400	30,9	0
R 15.20	55	40	35	1400	39,3	0
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, T _{min} :						27,4
Didžiausias suklijavimo stipris, T _{max} :						70,0
Suirties per medieną vidurkis:						7,25
Vidutinis suklijavimo stipris, T _{vid} :						47,1
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						13,45
Variacijos koeficientas V:						28,54

4 lentelė. Riešuto bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 30 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
R 30.1	73,3	40	35	1400	52,4	0
R 30.2	36,3	40	35	1400	25,9	0
R 30.3	32,3	40	35	1400	23,1	0
R 30.4	33,3	40	35	1400	23,8	0
R 30.5	25,3	40	35	1400	18,1	0
R 30.6	31,3	40	35	1400	22,4	0
R 30.7	75	40	35	1400	53,6	0
R 30.8	69,3	40	35	1400	49,5	0
R 30.9	70,3	40	35	1400	50,2	0
R 30.10	53,7	40	35	1400	38,4	0
R 30.11	47,7	40	35	1400	34,1	0
R 30.12	89	40	35	1400	63,6	0
R 30.13	54	40	35	1400	38,6	0
R 30.14	76,3	40	35	1400	54,5	0
R 30.15	35,7	40	35	1400	25,5	0
R 30.16	37,7	40	35	1400	26,9	0
R 30.17	78	40	35	1400	55,7	0
R 30.18	83,3	40	35	1400	59,5	0
R 30.19	55	40	35	1400	39,3	0
R 30.20	43,3	40	35	1400	30,9	0
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						18,1
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						63,6
Suirties per medieną vidurkis:						0,00
Vidutinis suklijavimo stipris, Tvid:						39,3
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						14,43
Variacijos koeficientas V:						36,73

5 lentelė. Klevo bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 0 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, F_{max} , N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm^2	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
K 0.1	107	40	35	1400	76,4	0
K 0.2	119,6	40	35	1400	85,4	100
K 0.3	117,6	40	35	1400	84,0	100
K 0.4	137,7	40	35	1400	98,4	100
K 0.5	170	40	35	1400	121,4	0
K 0.6	60,3	40	35	1400	43,1	0
K 0.7	126,3	40	35	1400	90,2	40
K 0.8	125	40	35	1400	89,3	50
K 0.9	90	40	35	1400	64,3	0
K 0.10	117,6	40	35	1400	84,0	0
K 0.11	104	40	35	1400	74,3	0
K 0.12	102	40	35	1400	72,9	0
K 0.13	101,6	40	35	1400	72,6	0
K 0.14	115	40	35	1400	82,1	0
K 0.15	119,4	40	35	1400	85,3	0
K 0.16	126	40	35	1400	90,0	0
K 0.17	57,3	40	35	1400	40,9	0
K 0.18	113,4	40	35	1400	81,0	0
K 0.19	106	40	35	1400	75,7	0
K 0.20	109,6	40	35	1400	78,3	0
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, T_{min} :						40,9
Didžiausias suklijavimo stipris, T_{max} :						121,4
Suirties per medieną vidurkis:						19,50
Vidutinis klijavimo stipris, T_{vid} :						79,5
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						17,39
Variacijos koeficientas V:						21,88

6 lentelė Klevo bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 10 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, F_{max} , N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm^2	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
K 10.1	103	40	35	1400	73,6	50
K 10.2	83,4	40	35	1400	59,6	0
K 10.3	73	40	35	1400	52,1	0
K 10.4	82,3	40	35	1400	58,8	0
K 10.5	93	40	35	1400	66,4	20
K 10.6	65,7	40	35	1400	46,9	0
K 10.7	84,7	40	35	1400	60,5	0
K 10.8	91,7	40	35	1400	65,5	30
K 10.9	96,7	40	35	1400	69,1	30
K 10.10	75,3	40	35	1400	53,8	0
K 10.11	113	40	35	1400	80,7	0
K 10.12	75,3	40	35	1400	53,8	0
K 10.13	81,3	40	35	1400	58,1	40
K 10.14	73,7	40	35	1400	52,6	0
K 10.15	65	40	35	1400	46,4	0
K 10.16	64,3	40	35	1400	45,9	0
K 10.17	99,3	40	35	1400	70,9	50
K 10.18	45,7	40	35	1400	32,6	0
K 10.19	55	40	35	1400	39,3	0
K 10.20	91,3	40	35	1400	65,2	20
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, T_{min} :						32,6
Didžiausias suklijavimo stipris, T_{max} :						80,7
Suirties per medieną vidurkis:						12,00
Vidutinis klijavimo stipris, T_{vid} :						57,6
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						11,98
Variacijos koeficientas V:						20,80

7 lentelė. Klevo bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 15 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per Medieną %
K 15.1	82	40	35	1400	58,6	0
K 15.2	87	40	35	1400	62,1	0
K 15.3	71	40	35	1400	50,7	0
K 15.4	76,3	40	35	1400	54,5	0
K 15.5	67	40	35	1400	47,9	0
K 15.6	86,7	40	35	1400	61,9	0
K 15.7	83,7	40	35	1400	59,8	10
K 15.8	77	40	35	1400	55,0	0
K 15.9	107,6	40	35	1400	76,9	90
K 15.10	98,7	40	35	1400	70,5	50
K 15.11	88,7	40	35	1400	63,4	0
K 15.12	84	40	35	1400	60,0	0
K 15.13	99	40	35	1400	70,7	40
K 15.14	70,3	40	35	1400	50,2	0
K 15.15	74,7	40	35	1400	53,4	0
K 15.16	88,7	40	35	1400	63,4	0
K 15.17	103,4	40	35	1400	73,9	30
K 15.18	86	40	35	1400	61,4	0
K 15.19	76,3	40	35	1400	54,5	0
K 15.20	98,7	40	35	1400	70,5	10
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						47,9
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						76,9
Suirties per Medieną vidurkis:						11,50
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						61,0
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						8,23
Variacijos koeficientas V:						13,50

8 lentelė. Klevo bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 30 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
K 30.1	98	40	35	1400	70,0	0
K 30.2	46,3	40	35	1400	33,1	0
K 30.3	95	40	35	1400	67,9	0
K 30.4	58,3	40	35	1400	41,6	0
K 30.5	53,7	40	35	1400	38,4	0
K 30.6	45,7	40	35	1400	32,6	0
K 30.7	63,3	40	35	1400	45,2	0
K 30.8	105,4	40	35	1400	75,3	30
K 30.9	65,7	40	35	1400	46,9	0
K 30.10	54	40	35	1400	38,6	0
K 30.11	65,7	40	35	1400	46,9	0
K 30.12	50,3	40	35	1400	35,9	0
K 30.13	86,7	40	35	1400	61,9	0
K 30.14	84	40	35	1400	60,0	0
K 30.15	50,7	40	35	1400	36,2	0
K 30.16	100,6	40	35	1400	71,9	0
K 30.17	51,7	40	35	1400	36,9	0
K 30.18	68,7	40	35	1400	49,1	0
K 30.19	40,3	40	35	1400	28,8	0
K 30.20	76	40	35	1400	54,3	0
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						28,8
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						75,3
Suirties per medieną vidurkis:						1,50
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						48,6
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						14,57
Variacijos koeficientas V:						29,99

9 lentelė. *Ažuolo bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 0 min.*

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
A 0.1	61,7	40	35	1400	44,1	0
A 0.2	65	40	35	1400	46,4	0
A 0.3	71	40	35	1400	50,7	0
A 0.4	62,7	40	35	1400	44,8	0
A 0.5	61,3	40	35	1400	43,8	0
A 0.6	106,4	40	35	1400	76,0	0
A 0.7	83	40	35	1400	59,3	0
A 0.8	79,7	40	35	1400	56,9	0
A 0.9	72	40	35	1400	51,4	0
A 0.10	97,7	40	35	1400	69,8	100
A 0.11	90,3	40	35	1400	64,5	0
A 0.12	65	40	35	1400	46,4	0
A 0.13	76	40	35	1400	54,3	0
A 0.14	66,3	40	35	1400	47,4	0
A 0.15	72	40	35	1400	51,4	0
A 0.16	45,7	40	35	1400	32,6	0
A 0.17	74,7	40	35	1400	53,4	0
A 0.18	63,3	40	35	1400	45,2	0
A 0.19	72,7	40	35	1400	51,9	0
A 0.20	68,7	40	35	1400	49,1	0
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						32,6
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						76,0
Suirties per medieną vidurkis:						5,00
Vidutinis suklijavimo stipris, Tvid:						52,0
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						9,82
Variacijos koeficientas V:						18,89

10 lentelė. *Ažuolo bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 10 min.*

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
A 10.1	72	40	35	1400	51,4	0
A 10.2	70,7	40	35	1400	50,5	0
A 10.3	65	40	35	1400	46,4	0
A 10.4	79,3	40	35	1400	56,6	50
A 10.5	57	40	35	1400	40,7	0
A 10.6	76,7	40	35	1400	54,8	10
A 10.7	88	40	35	1400	62,9	80
A 10.8	28	40	35	1400	20,0	0
A 10.9	48	40	35	1400	34,3	0
A 10.10	37	40	35	1400	26,4	0
A 10.11	103,6	40	35	1400	74,0	100
A 10.12	53,7	40	35	1400	38,4	0
A 10.13	57,3	40	35	1400	40,9	0
A 10.14	66	40	35	1400	47,1	0
A 10.15	67,3	40	35	1400	48,1	0
A 10.16	57,7	40	35	1400	41,2	0
A 10.17	105,6	40	35	1400	75,4	100
A 10.18	52,7	40	35	1400	37,6	0
A 10.19	78	40	35	1400	55,7	10
A 10.20	76	40	35	1400	54,3	0
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						20,0
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						75,4
Suirties per medieną vidurkis:						17,50
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						47,8
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						13,91
Variacijos koeficientas V:						29,07

11 lentelė. *Ažuolo bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 15 min.*

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
A 15.1	55,3	40	35	1400	39,5	0
A 15.2	39,7	40	35	1400	28,4	0
A 15.3	53	40	35	1400	37,9	0
A 15.4	87,3	40	35	1400	62,4	10
A 15.5	80	40	35	1400	57,1	10
A 15.6	33	40	35	1400	23,6	0
A 15.7	27,7	40	35	1400	19,8	0
A 15.8	52,7	40	35	1400	37,6	0
A 15.9	69,7	40	35	1400	49,8	0
A 15.10	54,3	40	35	1400	38,8	0
A 15.11	75	40	35	1400	53,6	0
A 15.12	47,3	40	35	1400	33,8	0
A 15.13	43	40	35	1400	30,7	0
A 15.14	58	40	35	1400	41,4	0
A 15.15	27,3	40	35	1400	19,5	0
A 15.16	69	40	35	1400	49,3	0
A 15.17	56	40	35	1400	40,0	0
A 15.18	57	40	35	1400	40,7	0
A 15.19	71,7	40	35	1400	51,2	10
A 15.20	38	40	35	1400	27,1	0
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						19,5
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						62,4
Suirties per medieną vidurkis:						1,50
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						39,1
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						12,16
Variacijos koeficientas V:						31,09

12 lentelė. Ažuolo bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 30 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
A 30.1	67,3	40	35	1400	48,1	0
A 30.2	50,7	40	35	1400	36,2	0
A 30.3	41,3	40	35	1400	29,5	0
A 30.4	54,7	40	35	1400	39,1	0
A 30.5	70	40	35	1400	50,0	0
A 30.6	48,3	40	35	1400	34,5	0
A 30.7	65,7	40	35	1400	46,9	0
A 30.8	37,7	40	35	1400	26,9	0
A 30.9	45,3	40	35	1400	32,4	0
A 30.10	58,3	40	35	1400	41,6	0
A 30.11	53,3	40	35	1400	38,1	0
A 30.12	30,3	40	35	1400	21,6	0
A 30.13	48,3	40	35	1400	34,5	0
A 30.14	52,7	40	35	1400	37,6	0
A 30.15	41,7	40	35	1400	29,8	0
A 30.16	54	40	35	1400	38,6	0
A 30.17	41,3	40	35	1400	29,5	0
A 30.18	38,3	40	35	1400	27,4	0
A 30.19	61	40	35	1400	43,6	0
A 30.20	48,7	40	35	1400	34,8	0
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						21,6
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						50,0
Suirties per medieną vidurkis:						0,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						36,0
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						7,54
Variacijos koeficientas V:						20,91

13 lentelė. HPL laminato bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 0 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
0.1	148,4	40	35	1400	106,0	0
0.2	192,6	40	35	1400	137,6	10
0.3	111	40	35	1400	79,3	10
0.4	144,3	40	35	1400	103,1	80
0.5	139,4	40	35	1400	99,6	10
0.6	144,3	40	35	1400	103,1	0
0.7	179	40	35	1400	127,9	0
0.8	81	40	35	1400	57,9	0
0.9	119	40	35	1400	85,0	15
0.10	153	40	35	1400	109,3	10
0.11	110	40	35	1400	78,6	0
0.12	163,4	40	35	1400	116,7	10
0.13	134	40	35	1400	95,7	0
0.14	151,6	40	35	1400	108,3	0
0.15	176	40	35	1400	125,7	20
0.16	141,6	40	35	1400	101,1	80
0.17	196,4	40	35	1400	140,3	80
0.18	124,6	40	35	1400	89,0	0
0.19	163,6	40	35	1400	116,9	80
0.20	171,6	40	35	1400	122,6	70
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						57,9
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						140,3
Suirties per medieną vidurkis:						23,75
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						105,2
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						20,84
Variacijos koeficientas V:						19,81

14 lentelė. HPL laminato bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 10 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
10.1	153,6	40	35	1400	109,7	70
10.2	127,1	40	35	1400	90,8	10
10.3	149	40	35	1400	106,4	30
10.4	145,4	40	35	1400	103,9	70
10.5	144,3	40	35	1400	103,1	50
10.6	162,4	40	35	1400	116,0	30
10.7	173,4	40	35	1400	123,9	0
10.8	172,4	40	35	1400	123,1	10
10.9	162,4	40	35	1400	116,0	10
10.10	130,4	40	35	1400	93,1	0
10.11	139,7	40	35	1400	99,8	10
10.12	112,4	40	35	1400	80,3	0
10.13	177	40	35	1400	126,4	30
10.14	172	40	35	1400	122,9	20
10.15	163,6	40	35	1400	116,9	100
10.16	124,4	40	35	1400	88,9	10
10.17	149,7	40	35	1400	106,9	10
10.18	140	40	35	1400	100,0	10
10.19	156,4	40	35	1400	111,7	80
10.20	143,7	40	35	1400	102,6	10
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						80,3
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						126,4
Suirties per medieną vidurkis:						28,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						107,1
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						12,78
Variacijos koeficientas V:						11,94

15 lentelė. HPL laminato bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 15 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
15.1	121,4	40	35	1400	86,7	30
15.2	155,4	40	35	1400	111,0	10
15.3	156,6	40	35	1400	111,9	10
15.4	150	40	35	1400	107,1	10
15.5	149,4	40	35	1400	106,7	0
15.6	116	40	35	1400	82,9	0
15.7	156,4	40	35	1400	111,7	10
15.8	142,4	40	35	1400	101,7	0
15.9	114,4	40	35	1400	81,7	0
15.10	156,6	40	35	1400	111,9	0
15.11	172,4	40	35	1400	123,1	0
15.12	113	40	35	1400	80,7	0
15.13	129	40	35	1400	92,1	0
15.14	112,4	40	35	1400	80,3	0
15.15	121	40	35	1400	86,4	0
15.16	146,7	40	35	1400	104,8	0
15.17	139,7	40	35	1400	99,8	10
15.18	113,4	40	35	1400	81,0	10
15.19	132,3	40	35	1400	94,5	0
15.20	128,8	40	35	1400	92,0	0
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						80,3
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						123,1
Suirties per medieną vidurkis:						4,50
Vidutinis suklijavimo stipris, Tvid:						97,4
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						13,24
Variacijos koeficientas V:						13,59

16 lentelė. HPL laminato bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 30 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
30.1	125	40	35	1400	89,3	10
30.2	108,4	40	35	1400	77,4	0
30.3	77,7	40	35	1400	55,5	0
30.4	146,4	40	35	1400	104,6	20
30.5	118,4	40	35	1400	84,6	10
30.6	150,4	40	35	1400	107,4	0
30.7	152	40	35	1400	108,6	30
30.8	148,7	40	35	1400	106,2	80
30.9	154,6	40	35	1400	110,4	10
30.10	104,6	40	35	1400	74,7	0
30.11	131	40	35	1400	93,6	15
30.12	170,6	40	35	1400	121,9	15
30.13	154,4	40	35	1400	110,3	0
30.14	167,6	40	35	1400	119,7	70
30.15	135,3	40	35	1400	96,6	30
30.16	119,4	40	35	1400	85,3	0
30.17	160	40	35	1400	114,3	0
30.18	112,6	40	35	1400	80,4	10
30.19	184,6	40	35	1400	131,9	20
30.20	160,6	40	35	1400	114,7	30
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, T _{min} :						55,5
Didžiausias suklijavimo stipris, T _{max} :						131,9
Suirties per medieną vidurkis:						17,50
Vidutinis klijavimo stipris, T _{vid} :						99,4
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						18,96
Variacijos koeficientas V:						19,08

1 PRIEDAS

PChP klijų sanklijos stiprio priklausomybė nuo atvirojo klijų išlaikymo trukmės (1, 3, 5 min.) ir klijavimo metu naudojam slėgio

Bandymo metu naudojamos faneravimo medžiagos: klevo, ąžuolo ir riešuto medienos lukštas, HPL laminatas, o kaip pagrindas naudojama 18 mm storio MDP.

Bandymas atliktas taikant atviro išlaikymo trukmę: 1, 3 ir 5 minutės.

Klijavimo metu naudojamas slėgis: 0,5 MPa.

1 lentelė. ąžuolo bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 1 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
A 1.1	95,0	40	35	1400	67,9	100
A 1.2	126,3	40	35	1400	90,2	100
A 1.3	165,4	40	35	1400	118,1	100
A 1.4	127,7	40	35	1400	91,2	100
A 1.5	135,0	40	35	1400	96,4	100
A 1.6	150,6	40	35	1400	107,6	100
A 1.7	105,6	40	35	1400	75,4	90
A 1.8	120,0	40	35	1400	85,7	95
A 1.9	117,0	40	35	1400	83,6	100
A 1.10	111,6	40	35	1400	79,7	100
A 1.11	121,0	40	35	1400	86,4	100
A 1.12	106,0	40	35	1400	75,7	95
A 1.13	91,0	40	35	1400	65,0	100
A 1.14	110,6	40	35	1400	79,0	100
A 1.15	116,4	40	35	1400	83,1	100
A 1.16	109,4	40	35	1400	78,1	100
A 1.17	118,0	40	35	1400	84,3	100
A 1.18	84,0	40	35	1400	60,0	100
A 1.19	124,6	40	35	1400	89,0	100
A 1.20	122,0	40	35	1400	87,1	100
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						60,0
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						118,1
Suirties per medieną vidurkis:						99,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						84,2
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						13,43
Variacijos koeficientas V:						15,96

2 lentelė. *Ažuolo bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 3 min.*

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per Medieną %
A 3.1	119,0	40	35	1400	85,0	55
A 3.2	92,0	40	35	1400	65,7	100
A 3.3	116,0	40	35	1400	82,9	100
A 3.4	91,7	40	35	1400	65,5	100
A 3.5	146,0	40	35	1400	104,3	100
A 3.6	112,6	40	35	1400	80,4	100
A 3.7	119,6	40	35	1400	85,4	100
A 3.8	127,7	40	35	1400	91,2	100
A 3.9	126,3	40	35	1400	90,2	90
A 3.10	122,6	40	35	1400	87,6	100
A 3.11	85,0	40	35	1400	60,7	30
A 3.12	116,4	40	35	1400	83,1	95
A 3.13	138,3	40	35	1400	98,8	100
A 3.14	99,3	40	35	1400	70,9	98
A 3.15	106,6	40	35	1400	76,1	100
A 3.16	103,6	40	35	1400	74,0	70
A 3.17	90,3	40	35	1400	64,5	95
A 3.18	94,3	40	35	1400	67,4	100
A 3.19	124,4	40	35	1400	88,9	100
A 3.20	120,6	40	35	1400	86,1	100
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						60,7
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						104,3
Suirties per Medieną vidurkis:						91,65
Vidutinis suklijavimo stipris, Tvid:						80,4
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						12,00
Variacijos koeficientas V:						14,91

3 lentelė. Ažuolo bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 5 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
A 5.1	116,6	40	35	1400	83,3	100
A 5.2	109,0	40	35	1400	77,9	20
A 5.3	116,4	40	35	1400	83,1	100
A 5.4	106,6	40	35	1400	76,1	80
A 5.5	121,6	40	35	1400	86,9	90
A 5.6	93,7	40	35	1400	66,9	100
A 5.7	92,3	40	35	1400	65,9	100
A 5.8	94,7	40	35	1400	67,6	10
A 5.9	100,6	40	35	1400	71,9	90
A 5.10	117,0	40	35	1400	83,6	35
A 5.11	105,0	40	35	1400	75,0	95
A 5.12	95,3	40	35	1400	68,1	100
A 5.13	109,0	40	35	1400	77,9	100
A 5.14	109,4	40	35	1400	78,1	90
A 5.15	104,0	40	35	1400	74,3	100
A 5.16	102,4	40	35	1400	73,1	100
A 5.17	98,7	40	35	1400	70,5	100
A 5.18	116,4	40	35	1400	83,1	95
A 5.19	125,0	40	35	1400	89,3	100
A 5.20	104,0	40	35	1400	74,3	95
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, T _{min} :						65,9
Didžiausias suklijavimo stipris, T _{max} :						89,3
Suirties per medieną vidurkis:						85,00
Vidutinis klijavimo stipris, T _{vid} :						76,3
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						6,86
Variacijos koeficientas V:						8,99

4 lentelė. Riešuto bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 1 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
R 1.1	104,6	40	35	1400	74,7	100
R 1.2	122,0	40	35	1400	87,1	100
R 1.3	111,0	40	35	1400	79,3	100
R 1.4	120,6	40	35	1400	86,1	100
R 1.5	149,4	40	35	1400	106,7	100
R 1.6	147,3	40	35	1400	105,2	95
R 1.7	130,7	40	35	1400	93,4	100
R 1.8	128,0	40	35	1400	91,4	100
R 1.9	110,6	40	35	1400	79,0	95
R 1.10	116,6	40	35	1400	83,3	100
R 1.11	125,0	40	35	1400	89,3	100
R 1.12	110,4	40	35	1400	78,9	100
R 1.13	109,4	40	35	1400	78,1	100
R 1.14	155,0	40	35	1400	110,7	100
R 1.15	119,4	40	35	1400	85,3	100
R 1.16	131,0	40	35	1400	93,6	98
R 1.17	118,4	40	35	1400	84,6	100
R 1.18	104,4	40	35	1400	74,6	100
R 1.19	105,6	40	35	1400	75,4	100
R 1.20	122,0	40	35	1400	87,1	100
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, T _{min} :						74,6
Didžiausias suklijavimo stipris, T _{max} :						110,7
Suirties per medieną vidurkis:						99,40
Vidutinis klijavimo stipris, T _{vid} :						87,2
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						10,57
Variacijos koeficientas V:						12,12

5 lentelė. Riešuto bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 3 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
R 3.1	112,4	40	35	1400	80,3	100
R 3.2	108,4	40	35	1400	77,4	100
R 3.3	94,0	40	35	1400	67,1	100
R 3.4	133,7	40	35	1400	95,5	100
R 3.5	98,0	40	35	1400	70,0	100
R 3.6	100,4	40	35	1400	71,7	100
R 3.7	109,6	40	35	1400	78,3	100
R 3.8	115,6	40	35	1400	82,6	100
R 3.9	124,0	40	35	1400	88,6	100
R 3.10	115,4	40	35	1400	82,4	100
R 3.11	118,0	40	35	1400	84,3	100
R 3.12	125,4	40	35	1400	89,6	100
R 3.13	106,6	40	35	1400	76,1	100
R 3.14	129,0	40	35	1400	92,1	100
R 3.15	125,0	40	35	1400	89,3	100
R 3.16	142,4	40	35	1400	101,7	85
R 3.17	117,0	40	35	1400	83,6	60
R 3.18	120,0	40	35	1400	85,7	100
R 3.19	116,0	40	35	1400	82,9	100
R 3.20	133,1	40	35	1400	95,1	100
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						67,1
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						101,7
Suirties per medieną vidurkis:						97,25
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						83,7
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						8,90
Variacijos koeficientas V:						10,63

6 lentelė. Riešuto bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 5 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per Medieną %
R 5.1	118,4	40	35	1400	84,6	95
R 5.2	129,0	40	35	1400	92,1	100
R 5.3	119,6	40	35	1400	85,4	100
R 5.4	121,0	40	35	1400	86,4	100
R 5.5	122,6	40	35	1400	87,6	100
R 5.6	113,0	40	35	1400	80,7	100
R 5.7	99,7	40	35	1400	71,2	90
R 5.8	100,6	40	35	1400	71,9	80
R 5.9	91,7	40	35	1400	65,5	100
R 5.10	100,4	40	35	1400	71,7	100
R 5.11	126,3	40	35	1400	90,2	100
R 5.12	102,0	40	35	1400	72,9	90
R 5.13	106,4	40	35	1400	76,0	95
R 5.14	139,4	40	35	1400	99,6	100
R 5.15	135,3	40	35	1400	96,6	100
R 5.16	154,4	40	35	1400	110,3	100
R 5.17	139,1	40	35	1400	99,4	100
R 5.18	125,0	40	35	1400	89,3	100
R 5.19	92,7	40	35	1400	66,2	100
R 5.20	122,6	40	35	1400	87,6	90
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						65,5
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						110,3
Suirties per Medieną vidurkis:						97,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						84,3
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						12,17
Variacijos koeficientas V:						14,44

7 lentelė. Klevo bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 1 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
K 1.1	119,0	40	35	1400	85,0	70
K 1.2	134,7	40	35	1400	96,2	90
K 1.3	134,0	40	35	1400	95,7	100
K 1.4	109,0	40	35	1400	77,9	20
K 1.5	115,0	40	35	1400	82,1	95
K 1.6	112,6	40	35	1400	80,4	85
K 1.7	131,4	40	35	1400	93,9	100
K 1.8	129,6	40	35	1400	92,6	90
K 1.9	123,4	40	35	1400	88,1	80
K 1.10	110,6	40	35	1400	79,0	100
K 1.11	131,4	40	35	1400	93,9	80
K 1.12	128,7	40	35	1400	91,9	90
K 1.13	120,0	40	35	1400	85,7	60
K 1.14	137,4	40	35	1400	98,1	95
K 1.15	124,0	40	35	1400	88,6	100
K 1.16	140,4	40	35	1400	100,3	95
K 1.17	137,4	40	35	1400	98,1	90
K 1.18	157,4	40	35	1400	112,4	100
K 1.19	153,0	40	35	1400	109,3	100
K 1.20	116,0	40	35	1400	82,9	90
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						77,9
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						112,4
Suirties per medieną vidurkis:						86,50
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						91,6
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						9,44
Variacijos koeficientas V:						10,31

8 lentelė. Klevo bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 3 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
K 3.1	139,1	40	35	1400	99,4	90
K 3.2	137,7	40	35	1400	98,4	80
K 3.3	137,4	40	35	1400	98,1	100
K 3.4	118,4	40	35	1400	84,6	100
K 3.5	123,0	40	35	1400	87,9	95
K 3.6	115,0	40	35	1400	82,1	95
K 3.7	131,4	40	35	1400	93,9	95
K 3.8	142,1	40	35	1400	101,5	100
K 3.9	124,4	40	35	1400	88,9	100
K 3.10	138,6	40	35	1400	99,0	100
K 3.11	141,0	40	35	1400	100,7	100
K 3.12	152,0	40	35	1400	108,6	100
K 3.13	140,0	40	35	1400	100,0	100
K 3.14	113,0	40	35	1400	80,7	30
K 3.15	117,6	40	35	1400	84,0	100
K 3.16	132,3	40	35	1400	94,5	100
K 3.17	137,0	40	35	1400	97,9	100
K 3.18	129,0	40	35	1400	92,1	100
K 3.19	118,6	40	35	1400	84,7	100
K 3.20	124,0	40	35	1400	88,6	100
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						80,7
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						108,6
Suirties per medieną vidurkis:						94,25
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						93,3
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						7,72
Variacijos koeficientas V:						8,28

9 lentelė. Klevo bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 5 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
K 5.1	102,6	40	35	1400	73,3	80
K 5.2	102,0	40	35	1400	72,9	100
K 5.3	117,6	40	35	1400	84,0	90
K 5.4	103,6	40	35	1400	74,0	90
K 5.5	116,6	40	35	1400	83,3	90
K 5.6	112,6	40	35	1400	80,4	100
K 5.7	111,6	40	35	1400	79,7	100
K 5.8	148,7	40	35	1400	106,2	100
K 5.9	117,6	40	35	1400	84,0	95
K 5.10	131,7	40	35	1400	94,1	100
K 5.11	128,0	40	35	1400	91,4	90
K 5.12	135,0	40	35	1400	96,4	50
K 5.13	112,0	40	35	1400	80,0	100
K 5.14	108,4	40	35	1400	77,4	70
K 5.15	101,0	40	35	1400	72,1	15
K 5.16	122,4	40	35	1400	87,4	90
K 5.17	109,4	40	35	1400	78,1	85
K 5.18	115,4	40	35	1400	82,4	100
K 5.19	102,0	40	35	1400	72,9	80
K 5.20	117,4	40	35	1400	83,9	100
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						72,1
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						106,2
Suirties per medieną vidurkis:						86,25
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						82,7
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						8,93
Variacijos koeficientas V:						10,79

10 lentelė. HPL laminato bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 1 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
1.1	186,6	40	35	1400	133,3	100
1.2	175,4	40	35	1400	125,3	90
1.3	152,6	40	35	1400	109,0	90
1.4	183,6	40	35	1400	131,1	100
1.5	169,4	40	35	1400	121,0	100
1.6	158,4	40	35	1400	113,1	100
1.7	115,4	40	35	1400	82,4	30
1.8	132,0	40	35	1400	94,3	70
1.9	141,3	40	35	1400	100,9	80
1.10	158,0	40	35	1400	112,9	40
1.11	169,0	40	35	1400	120,7	100
1.12	136,4	40	35	1400	97,4	90
1.13	148,7	40	35	1400	106,2	100
1.14	170,4	40	35	1400	121,7	90
1.15	112,6	40	35	1400	80,4	50
1.16	159,0	40	35	1400	113,6	90
1.17	157,0	40	35	1400	112,1	100
1.18	146,4	40	35	1400	104,6	100
1.19	152,4	40	35	1400	108,9	100
1.20	165,4	40	35	1400	118,1	90
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						80,4
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						131,1
Suirties per medieną vidurkis:						85,50
Vidutinis kljavimo stipris, Tvid:						110,4
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						14,26
Variacijos koeficientas V:						12,92

11 lentelė. HPL laminato bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 3 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per Medieną %
3.1	126,6	40	35	1400	90,4	70
3.2	143,4	40	35	1400	102,4	50
3.3	149,4	40	35	1400	106,7	90
3.4	152,6	40	35	1400	109,0	100
3.5	144,3	40	35	1400	103,1	70
3.6	158,0	40	35	1400	112,9	80
3.7	138,6	40	35	1400	99,0	30
3.8	153,0	40	35	1400	109,3	80
3.9	151,6	40	35	1400	108,3	90
3.10	134,4	40	35	1400	96,0	70
3.11	150,4	40	35	1400	107,4	100
3.12	141,3	40	35	1400	100,9	60
3.13	144,0	40	35	1400	102,9	70
3.14	137,4	40	35	1400	98,1	60
3.15	135,0	40	35	1400	96,4	0
3.16	136,4	40	35	1400	97,4	60
3.17	133,1	40	35	1400	95,1	70
3.18	167,4	40	35	1400	119,6	100
3.19	134,7	40	35	1400	96,2	100
3.20	130,0	40	35	1400	92,9	0
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, T _{min} :						90,4
Didžiausias suklijavimo stipris, T _{max} :						119,6
Suirties per Medieną vidurkis:						67,50
Vidutinis klijavimo stipris, T _{vid} :						102,2
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						7,37
Variacijos koeficientas V:						7,22

12 lentelė. HPL laminato bandinių sanklijos stiprio pasiskirstymas, kai atviro išlaikymo laikas 5 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
5.1	146,4	40	35	1400	104,6	100
5.2	193,6	40	35	1400	138,3	100
5.3	142,7	40	35	1400	101,9	100
5.4	114,6	40	35	1400	81,9	100
5.5	116,6	40	35	1400	83,3	90
5.6	126,3	40	35	1400	90,2	90
5.7	135,3	40	35	1400	96,6	100
5.8	167,6	40	35	1400	119,7	100
5.9	145,4	40	35	1400	103,9	100
5.10	168,0	40	35	1400	120,0	100
5.11	160,4	40	35	1400	114,6	100
5.12	191,4	40	35	1400	136,7	100
5.13	123,0	40	35	1400	87,9	60
5.14	130,4	40	35	1400	93,1	90
5.15	138,6	40	35	1400	99,0	70
5.16	120,6	40	35	1400	86,1	80
5.17	126,3	40	35	1400	90,2	90
5.18	111,4	40	35	1400	79,6	100
5.19	123,0	40	35	1400	87,9	100
5.20	109,4	40	35	1400	78,1	30
Iš viso bandinių, n:						20
Mažiausias suklijavimo stipris, T _{min} :						78,1
Didžiausias suklijavimo stipris, T _{max} :						138,3
Suirties per medieną vidurkis:						90,00
Vidutinis klijavimo stipris, T _{vid} :						99,7
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						17,91
Variacijos koeficientas V:						17,97

2 PRIEDAS

PVAc dispersijos sanklijos stiprio tyrimas

Bandymo metu naudojamos faneravimo medžiagos: klevo, ąžuolo ir riešuto medienos lukštas, HPL laminatas, kaip pagrindas naudojama 18 mm storio MDP.

Bandinių klijavimo režimas: 1) klijuojami slegiant rankiniais spaustuvais naudojant 0,5 MPa slėgį, esant 20°C temperatūrai; 2) klijuojami pramoniniame prese, esant 65°C, slegiant 0,8 MPa slėgiui.

1 lentelė. Klevo lukšto ir PVAc dispersijos sanklijos stiprio pasikirstymas, slegiant 0,5 MPa jėga, esant 20°C temperatūrai.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Pa	Suirimas per medieną %
K 1	106	40	35	1400	75,7	100
K 2	110	40	35	1400	78,6	100
K 3	89,7	40	35	1400	64,1	100
K 4	107	40	35	1400	76,4	100
K 5	90,3	40	35	1400	64,5	100
K 6	100,6	40	35	1400	71,9	100
K 7	88,3	40	35	1400	63,1	100
K 8	105,6	40	35	1400	75,4	100
Iš viso bandinių, n:						8
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						63,1
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						78,6
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						71,2
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						6,35
Variacijos koeficientas V:						8,92

2 lentelė. Klevo lukšto ir PVAc dispersijos sanklijos stiprio pasiskirstymas, klijuojant prese, slegiant 0,8 MPa jėga, esant 65°C temperatūrai.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
K 1	112,4	40	35	1400	80,3	100
K 2	131	40	35	1400	93,6	100
K 3	114,4	40	35	1400	81,7	90
K 4	149,7	40	35	1400	106,9	100
K 7	121,6	40	35	1400	86,9	50
K 8	105,4	40	35	1400	75,3	50
K 5	121,4	40	35	1400	86,7	50
K 7	108	40	35	1400	77,1	50
Iš viso bandinių, n:						8
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						75,3
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						106,9
Suirties per medieną vidurkis:						73,75
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						86,1
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						10,29
Variacijos koeficientas V:						11,95

3 lentelė. Riešuto lukšto ir PVAc dispersijos sanklijos stiprio pasikirstymas, slegiant 0,5 MPa jėga, esant 20°C temperatūrai.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
R 1	77,7	40	35	1400	55,5	100
R 2	85,3	40	35	1400	60,9	100
R 3	81,7	40	35	1400	58,4	100
R 4	124,0	40	35	1400	atmesta	100
R 5	77,7	40	35	1400	55,5	100
R 6	110,0	40	35	1400	78,6	100
R 7	70,0	40	35	1400	50,0	100
R 8	111,4	40	35	1400	79,6	100
Iš viso bandinių, n:						8
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						50,0
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						79,6
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						62,6
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						11,72
Variacijos koeficientas V:						18,70

4 lentelė. Riešuto lukšto ir PVAc dispersijos sanklijos stiprio pasiskirstymas, klijuojant prese, slegiant 0,8 MPa jėga, esant 65°C temperatūrai.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
R 1	72,3	40	35	1400	51,6	30
R 2	90,0	40	35	1400	64,3	40
R 3	89,0	40	35	1400	63,6	0
R 4	72,3	40	35	1400	51,6	30
R 5	103,6	40	35	1400	74,0	90
R 6	102,0	40	35	1400	72,9	90
R 7	84,3	40	35	1400	60,2	90
R 8	84,7	40	35	1400	60,5	0
Iš viso bandinių, n:						8
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						51,6
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						74,0
Suirties per medieną vidurkis:						46,25
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						62,3
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						8,35
Variacijos koeficientas V:						13,40

5 lentelė. *Ažuolo lukšto ir PVAc dispersijos sanklijos stiprio pasiskirstymas, slegiant 0,5 MPa jėga, esant 20°C temperatūrai.*

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
A 1	90,0	40	35	1400	64,3	100
A 2	93,0	40	35	1400	66,4	100
A 3	132,0	40	35	1400	94,3	100
A 4	110,4	40	35	1400	78,9	100
A 5	82,3	40	35	1400	58,8	100
A 6	133,1	40	35	1400	95,1	100
A 7	118,6	40	35	1400	84,7	100
A 8	94,0	40	35	1400	67,1	100
Iš viso bandinių, n:						8
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						58,8
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						95,1
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						76,2
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						14,07
Variacijos koeficientas V:						18,46

6 lentelė. *Ažuolo lukšto ir PVAc dispersijos sanklijos stiprio pasiskirstymas, klijuojant prese, slegiant 0,8 MPa jėga, esant 65°C temperatūrai.*

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
A 1	103	40	35	1400	73,6	100
A 2	117,6	40	35	1400	84,0	100
A 3	112,6	40	35	1400	80,4	100
A 4	116,4	40	35	1400	83,1	100
A 5	100,4	40	35	1400	71,7	100
A 6	99,7	40	35	1400	71,2	90
A 7	100,6	40	35	1400	71,9	100
A 8	115,4	40	35	1400	82,4	100
Iš viso bandinių, n:						8
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						71,2
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						84,0
Suirties per medieną vidurkis:						98,75
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						77,3
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						5,69
Variacijos koeficientas V:						7,37

7 lentelė. HPL laminato ir PVAc dispersijos sanklijos stiprio pasikirstymas, slegiant 0,5 MPa jėga, esant 20°C temperatūrai.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
HPL 1	143,3	40	35	1400	102,4	100
HPL 2	177,0	40	35	1400	126,4	100
HPL 3	162,4	40	35	1400	116,0	100
HPL 4	172,6	40	35	1400	123,3	100
HPL 5	174,0	40	35	1400	124,3	100
HPL 6	163,4	40	35	1400	116,7	100
HPL 7	63,6	40	35	1400	atmesta	100
HPL 8	108,6	40	35	1400	77,6	100
Iš viso bandinių, n:						8
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						77,6
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						126,4
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						112,4
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						17,33
Variacijos koeficientas V:						15,42

8 lentelė. HPL laminatas ir PVAc dispersijos sanklijos stiprio pasiskirstymas, klijuojant prese, slegiant 0,8 MPa jėga, esant 65°C temperatūrai.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
HPL 1	144,3	40	35	1400	103,1	100
HPL 2	183,0	40	35	1400	130,7	100
HPL 3	177,4	40	35	1400	126,7	100
HPL 4	210,3	40	35	1400	150,2	100
HPL 5	167,6	40	35	1400	119,7	100
HPL 6	174,6	40	35	1400	124,7	100
HPL 7	152,0	40	35	1400	108,6	100
HPL 8	158,0	40	35	1400	112,9	100
Iš viso bandinių, n:						8
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						103,1
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						150,2
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						122,1
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						14,78
Variacijos koeficientas V:						12,11

3 PRIEDAS

PChP klijų sanklijos stiprio priklausomybė nuo medienos lukšto paviršiaus šiurkštumo

Bandymui naudojamas lukštas: klevo, ažuolo ir riešuto medienos.

Bandymo eiga: nustatytas medienos rūšių paviršiaus šiurkštumas, o bandiniai klijuojami pagal klijavimo technologiją naudotą 1, 3 ir 5 minučių atviro išlaikymo tyrimui.

1 lentelė. Klevo bandinių, PChP klijų formuojamos sanklijos stipris, kai atviro išlaikymo trukmė 1 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
K1.1	1021	20	10	200	5,11	0
K1.2	792	20	10	200	3,96	0
K1.3	674	20	10	200	atmesta	0
K1.4	1223	20	10	200	6,12	0
K1.5	708	20	10	200	3,54	0
K1.6	743	20	10	200	3,72	0
K1.7	1000	20	10	200	5,00	0
K1.8	490	20	10	200	atmesta	0
K1.9	912	20	10	200	4,56	0
K1.10	974	20	10	200	4,87	0
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						3,54
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						6,12
Suirties per medieną vidurkis:						0,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						4,61
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,85
Variacijos koeficientas V:						18,52

2 lentelė. Klevo bandinių, PChP klijų formuojamos sanklijos stipris, kai atviro išlaikymo trukmė 3 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
K3.1	1138	20	10	200	5,69	0
K3.2	1284	20	10	200	6,42	0
K3.3	1359	20	10	200	6,80	0
K3.4	1410	20	10	200	7,05	100
K3.5	1437	20	10	200	7,19	0
K3.6	1210	20	10	200	6,05	0
K3.7	1373	20	10	200	6,87	0
K3.8	1556	20	10	200	7,78	0
K3.9	1560	20	10	200	7,80	0
K3.10	1138	20	10	200	5,69	0
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						5,69
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						7,80
Suirties per medieną vidurkis:						10,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						6,73
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,77
Variacijos koeficientas V:						11,40

3 lentelė. Klevo bandinių, PChP klijų formojamos sanklijos stipris, kai atviro išlaikymo trukmė 5 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
K5.1	1229	20	10	200	6,15	0
K5.2	1226	20	10	200	6,13	0
K5.3	1377	20	10	200	6,89	0
K5.4	1469	20	10	200	7,35	0
K5.5	1266	20	10	200	6,33	0
K5.6	1253	20	10	200	6,27	0
K5.7	1470	20	10	200	7,35	0
K5.8	1467	20	10	200	7,34	0
K5.9	1374	20	10	200	6,87	100
K5.10	1364	20	10	200	6,82	0
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						6,13
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						7,35
Suirties per medieną vidurkis:						10,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						6,75
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,50
Variacijos koeficientas V:						7,42

4 lentelė. Klevo bandinių, PChP klijų formuojamos sanklijos stipris, kai atviro išlaikymo trukmė 10 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
K10.1	1020	20	10	200	5,10	0
K10.2	1199	20	10	200	6,00	0
K10.3	1056	20	10	200	5,28	0
K10.4	954	20	10	200	4,77	0
K10.5	1020	20	10	200	5,10	0
K10.6	1290	20	10	200	6,45	0
K10.7	1063	20	10	200	5,32	0
K10.8	1096	20	10	200	5,48	0
K10.9	1268	20	10	200	6,34	0
K10.10	1000	20	10	200	5,00	0
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						4,77
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						6,45
Suirties per medieną vidurkis:						0,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						5,48
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,58
Variacijos koeficientas V:						10,59

5 lentelė. Klevo bandinių, PChP klijų formuojamos sanklijos stipris, kai atviro išlaikymo trukmė 15 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
K15.1	1126	20	10	200	5,63	100
K15.2	1104	20	10	200	5,52	100
K15.3	1218	20	10	200	6,09	100
K15.4	1237	20	10	200	6,19	100
K15.5	1136	20	10	200	5,68	100
K15.6	1050	20	10	200	5,25	100
K15.7	750	20	10	200	3,75	100
K15.8	1074	20	10	200	5,37	100
K15.9	1099	20	10	200	5,50	100
K15.10	1060	20	10	200	5,30	100
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						3,75
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						6,19
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						5,43
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,67
Variacijos koeficientas V:						12,28

6 lentelė. Riešuto bandinių, PChP klijų formuojamos sanklijos stipris, kai atviro išlaikymo trukmė 1 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
R1.1	617,0	20	10	200	3,09	100
R1.2	439,5	20	10	200	2,20	100
R1.3	647,0	20	10	200	3,24	100
R1.4	594,0	20	10	200	2,97	100
R1.5	355,2	20	10	200	atmesta	100
R1.6	438,5	20	10	200	2,19	100
R1.7	476,5	20	10	200	2,38	100
R1.8	446,0	20	10	200	2,23	100
R1.9	415,0	20	10	200	2,08	100
R1.10	433,5	20	10	200	2,17	100
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						2,08
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						3,24
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						2,50
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,46
Variacijos koeficientas V:						18,23

7 lentelė. Riešuto bandinių, PChP klijų formuojamos sanklijos stipris, kai atviro išlaikymo trukmė 3 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
R3.1	338,8	20	10	200	atmesta	100
R3.2	540,0	20	10	200	2,70	100
R3.3	720,0	20	10	200	3,60	100
R3.4	604,0	20	10	200	3,02	100
R3.5	608,0	20	10	200	3,04	100
R3.6	572,0	20	10	200	2,86	100
R3.7	855,0	20	10	200	4,28	100
R3.8	633,0	20	10	200	3,17	100
R3.9	585,0	20	10	200	2,93	100
R3.10	788,0	20	10	200	3,94	100
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						2,70
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						4,28
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						3,28
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,54
Variacijos koeficientas V:						16,36

8 lentelė. Riešuto bandinių, PChP klijų formuojamas sanklijos stipris, kai atviro išlaikymo trukmė 5 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
R5.1	696,0	20	10	200	3,48	100
R5.2	518,0	20	10	200	2,59	100
R5.3	743,0	20	10	200	3,72	100
R5.4	563,0	20	10	200	2,82	100
R5.5	692,0	20	10	200	3,46	100
R5.6	419,5	20	10	200	2,10	100
R5.7	653,0	20	10	200	3,27	100
R5.8	358,5	20	10	200	atmesta	100
R5.9	854,0	20	10	200	4,27	100
R5.10	648,0	20	10	200	3,24	100
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						2,10
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						4,27
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						3,21
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,64
Variacijos koeficientas V:						19,97

9 lentelė. Riešuto bandinių, PChP klijų formuojamos sanklijos stipris, kai atviro išlaikymo trukmė 5 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
R5.1	696,0	20	10	200	3,48	100
R5.2	518,0	20	10	200	2,59	100
R5.3	743,0	20	10	200	3,72	100
R5.4	563,0	20	10	200	2,82	100
R5.5	692,0	20	10	200	3,46	100
R5.6	419,5	20	10	200	2,10	100
R5.7	653,0	20	10	200	3,27	100
R5.8	358,5	20	10	200	atmesta	100
R5.9	854,0	20	10	200	4,27	100
R5.10	648,0	20	10	200	3,24	100
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						2,10
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						4,27
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis klįjavimo stipris, Tvid:						3,21
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,64
Variacijos koeficientas V:						19,97

10 lentelė. Riešuto bandinių, PChP klijų formuojamos sanklijos stipris, kai atviro išlaikymo trukmė 15 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
R15.1	908,0	20	10	200	4,54	100
R15.2	792,0	20	10	200	3,96	100
R15.3	1003,0	20	10	200	5,02	100
R15.4	923,0	20	10	200	4,62	100
R15.5	853,0	20	10	200	4,27	100
R15.6	861,0	20	10	200	4,31	100
R15.7	559,0	20	10	200	2,80	100
R15.8	986,0	20	10	200	4,93	100
R15.9	943,0	20	10	200	4,72	100
R15.10	890,0	20	10	200	4,45	100
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						2,80
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						5,02
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis klįjavimo stipris, Tvid:						4,36
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,63
Variacijos koeficientas V:						14,52

11 lentelė. *Ažuolo bandinių, PChP klijų formuojamos sanklijos stipris, kai atviro išlaikymo trukmė 1 min.*

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
A1.1	515,0	20	10	200	2,58	100
A1.2	395,6	20	10	200	1,98	100
A1.3	482,5	20	10	200	2,41	100
A1.4	449,5	20	10	200	2,25	100
A1.5	514,0	20	10	200	2,57	100
A1.6	425,0	20	10	200	2,13	100
A1.7	472,5	20	10	200	2,36	100
A1.8	460,5	20	10	200	2,30	100
A1.9	518,0	20	10	200	2,59	100
A1.10	353,8	20	10	200	1,77	100
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						1,77
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						2,59
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						2,29
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,27
Variacijos koeficientas V:						11,88

12 lentelė. *Ažuolo bandinių, PChP klijų formuojamo sanklijos stipris, kai atviro išlaikymo trukmė 3 min.*

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
A3.1	493,5	20	10	200	2,47	100
A3.2	577,0	20	10	200	2,89	100
A3.3	439,5	20	10	200	2,20	100
A3.4	481,0	20	10	200	2,41	100
A3.5	473,0	20	10	200	2,37	100
A3.6	660,0	20	10	200	3,30	100
A3.7	518,0	20	10	200	2,59	100
A3.8	439,5	20	10	200	2,20	100
A3.9	403,5	20	10	200	2,02	100
A3.10	549,0	20	10	200	2,75	100
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						2,02
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						3,30
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						2,52
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,38
Variacijos koeficientas V:						15,09

13 lentelė. *Ažuolo bandinių, PChP klijų formuojamos sanklijos stipris, kai atviro išlaikymo trukmė 5 min.*

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
A5.1	455,0	20	10	200	2,28	100
A5.2	564,0	20	10	200	2,82	100
A5.3	521,0	20	10	200	2,61	100
A5.4	522,0	20	10	200	2,61	100
A5.5	511,0	20	10	200	2,56	100
A5.6	453,5	20	10	200	2,27	100
A5.7	396,0	20	10	200	1,98	100
A5.8	608,0	20	10	200	3,04	100
A5.9	509,0	20	10	200	2,55	100
A5.10	394,0	20	10	200	1,97	100
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						1,97
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						3,04
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						2,47
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,34
Variacijos koeficientas V:						13,96

14 lentelė. *Ažuolo bandinių, PChP klijų formuojamos sanklijos stipris, kai atviro išlaikymo trukmė 10 min.*

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
A10.1	480,3	20	10	200	2,40	100
A10.2	458,5	20	10	200	2,29	100
A10.3	542,0	20	10	200	2,71	100
A10.4	674,0	20	10	200	3,37	100
A10.5	659,0	20	10	200	3,30	100
A10.6	534,0	20	10	200	2,67	100
A10.7	511,0	20	10	200	2,56	100
A10.8	563,0	20	10	200	2,82	100
A10.9	452,0	20	10	200	2,26	100
A10.10	496,5	20	10	200	2,48	100
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						2,26
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						3,37
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						2,69
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,38
Variacijos koeficientas V:						14,33

15 lentelė. Ažuolo bandinių, PChP klijų formuojamos sanklijos stipris, kai atviro išlaikymo trukmė 15 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
A15.1	837,0	20	10	200	atmesta	100
A15.2	534,0	20	10	200	2,67	100
A15.3	653,0	20	10	200	3,27	100
A15.4	536,0	20	10	200	2,68	100
A15.5	560,0	20	10	200	2,80	100
A15.6	496,5	20	10	200	2,48	100
A15.7	449,0	20	10	200	2,25	100
A15.8	448,5	20	10	200	2,24	100
A15.9	659,0	20	10	200	3,30	100
A15.10	460,5	20	10	200	2,30	100
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						2,24
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						3,30
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis klijavimo stipris, Tvid:						2,66
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,40
Variacijos koeficientas V:						15,10

4 PRIEDAS

PChP klijų sanklijos stiprio priklausomybė nuo klevo medienos lukšto paviršiaus šiurkštumo

Bandymui naudojamas klevo medienos lukštas.

Bandymo eiga: viename bandyme naudojamas P80 grūdėtumo abrazyvinis popierius, kitame – P60.

Bandiniai suklijuojami pagal 1, 3, 5 minučių atviro išlaikymo tyrime naudojamą klijavimo režimą.

1 lentelė. Klevo lukšto pašiurkštinto P60 grūdėtumo popieriumi įtaka PChP sanklijos stipriui.
Atviro išlaikymo trukmė 1 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
P60 1.1	1163	20	10	200	5,82	100
P60 1.2	1091	20	10	200	5,46	100
P60 1.3	1229	20	10	200	6,15	100
P60 1.4	1428	20	10	200	7,14	100
P60 1.5	1365	20	10	200	6,83	100
P60 1.6	1616	20	10	200	atmesta	100
P60 1.7	739	20	10	200	3,70	0
P60 1.8	902	20	10	200	4,51	100
P60 1.9	1181	20	10	200	5,91	100
P60 1.10	1090	20	10	200	5,45	100
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, T _{min} :						3,70
Didžiausias suklijavimo stipris, T _{max} :						7,14
Suirties per medieną vidurkis:						90,00
Vidutinis klijavimo stipris, T _{vid} :						5,66
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						1,07
Variacijos koeficientas V:						18,88

2 lentelė. Klevo lukšto pašiurkštinto P60 grūdėtumo popieriumi įtaka PChP sanklijos stipriui.
Atviro išlaikymo trukmė 3 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
P60 3.1	806	20	10	200	4,03	100
P60 3.2	1190	20	10	200	5,95	0
P60 3.3	790	20	10	200	3,95	100
P60 3.4	497,5	20	10	200	atmesta	100
P60 3.5	1274	20	10	200	6,37	100
P60 3.6	1113	20	10	200	5,57	100
P60 3.7	1211	20	10	200	6,06	100
P60 3.8	799	20	10	200	4,00	100
P60 3.9	1116	20	10	200	5,58	100
P60 3.10	966	20	10	200	4,83	100
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, T _{min} :						3,95
Didžiausias suklijavimo stipris, T _{max} :						6,37
Suirties per medieną vidurkis:						90,00
Vidutinis klijavimo stipris, T _{vid} :						5,15
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,96
Variacijos koeficientas V:						18,73

3 lentelė. Klevo lukšto pašiurkštinto P60 grūdėtumo popieriumi įtaka PChP sanklijos stipriui.
Atviro išlaikymo trukmė 5 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
P60 5.1	1094	20	10	200	5,47	100
P60 5.2	524	20	10	200	atmesta	100
P60 5.3	1398	20	10	200	6,99	100
P60 5.4	1269	20	10	200	6,35	100
P60 5.5	1380	20	10	200	6,90	100
P60 5.6	1144	20	10	200	5,72	100
P60 5.7	1071	20	10	200	5,36	0
P60 5.8	978	20	10	200	4,89	0
P60 5.9	1021	20	10	200	5,11	100
P60 5.10	999	20	10	200	5,00	100
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						4,89
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						6,99
Suirties per medieną vidurkis:						80,00
Vidutinis kljavimo stipris, Tvid:						5,75
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,80
Variacijos koeficientas V:						13,98

4 lentelė. Klevo lukšto pašiurkštinto P80 grūdėtumo popieriumi įtaka PChP sanklijos stipriui.
Atviro išlaikymo trukmė 1 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
P80 1.1	1302	20	10	200	6,51	100
P80 1.2	967	20	10	200	4,84	100
P80 1.3	1260	20	10	200	6,30	100
P80 1.4	1089	20	10	200	5,45	100
P80 1.5	1035	20	10	200	5,18	100
P80 1.6	1173	20	10	200	5,87	100
P80 1.7	936	20	10	200	4,68	100
P80 1.8	1106	20	10	200	5,53	100
P80 1.9	1418	20	10	200	7,09	100
P80 1.10	1413	20	10	200	7,07	100
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						4,68
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						7,09
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis kljavimo stipris, Tvid:						5,85
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						0,87
Variacijos koeficientas V:						14,83

5 lentelė. Klevo lukšto pašiurkštinto P80 grūdėtumo popieriumi įtaka PChP sanklijos stipriui.
Atviro išlaikymo trukmė 3 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
P80 3.1	1452	20	10	200	7,26	100
P80 3.2	988	20	10	200	4,94	100
P80 3.3	1190	20	10	200	5,95	100
P80 3.4	907	20	10	200	4,54	100
P80 3.5	1275	20	10	200	6,38	100
P80 3.6	998	20	10	200	4,99	100
P80 3.7	1194	20	10	200	5,97	100
P80 3.8	1473	20	10	200	7,37	100
P80 3.9	1228	20	10	200	6,14	100
P80 3.10	1425	20	10	200	7,13	100
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						4,54
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						7,37
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis kljavimo stipris, Tvid:						6,07
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						1,01
Variacijos koeficientas V:						16,60

6 lentelė. Klevo lukšto pašiurkštinto P80 grūdėtumo popieriumi įtaka PChP sanklijos stipriui.
Atviro išlaikymo trukmė 5 min.

Bandinio žymėjimas ir Nr.	Didžiausia jėga, Fmax, N	Suklijuotos dalies plotis, mm	Suklijuotos dalies ilgis, mm	Bandomo paviršiaus plotas A, mm ²	Suklijavimo stipris T, Mpa	Suirimas per medieną %
P80 5.1	1180	20	10	200	5,90	100
P80 5.2	1028	20	10	200	5,14	100
P80 5.3	1204	20	10	200	6,02	100
P80 5.4	1116	20	10	200	5,58	100
P80 5.5	1133	20	10	200	5,67	100
P80 5.6	826	20	10	200	4,13	100
P80 5.7	945	20	10	200	4,73	100
P80 5.8	1044	20	10	200	5,22	100
P80 5.9	582	20	10	200	2,91	100
P80 5.10	1257	20	10	200	6,29	100
Iš viso bandinių, n:						10
Mažiausias suklijavimo stipris, Tmin:						2,91
Didžiausias suklijavimo stipris, Tmax:						6,29
Suirties per medieną vidurkis:						100,00
Vidutinis kljavimo stipris, Tvid:						5,16
Vidutinis kvadratinis nuokrypis S:						1,02
Variacijos koeficientas V:						19,71