



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Funkcinio pamušalinio audinio apdailos procesų parinkimas ir fizinių savybių tyrimas

Baigiamasis magistro projektas

Laura Kišūnė
Projekto autorė

Doc. dr. Eglė Kumpikaitė
Vadovė

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Funkcinio pamušalinio audinio apdailos procesų parinkimas ir fizinių savybių tyrimas

Baigiamasis magistro projektas
Tekstilės inžinerija ir apdaila (6211FX007)

Laura Kišūnė
Projekto autorė

Doc. dr. Eglė Kumpikaitė
Vadovė

Doc. dr. Vaida Jonaitienė
Recenzentė

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas
Laura Kišūnė

Funkcinio pamušalinio audinio apdailos procesų parinkimas ir fizinių savybių tyrimas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Lauros Kišūnės, baigiamasis projektas tema „Funkcinio pamušalinio audinio apdailos procesų parinkimas ir fizinių savybių tyrimas“ 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)



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

Studijų programa: 6211FX007 Tekstilės inžinerija ir apdaila

MAGISTRO BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Studentui (-ei)

Laurai Kišūnei

(Vardas, Pavardė)

1. Baigiamojo Projekto tema –

Žieminėms striukėms skirto pamušalinio audinio apdailos procesų parinkimas ir fizinių savybių tyrimas

(Lietuvių kalba)

Selection of Finishing Processes of Lining Fabric for Winter Jacket and Investigation of Physical Properties

(Anglų kalba)

2. Darbo tikslas ir uždaviniai –

Šio darbo tikslas yra sukurti dažymo technologiją, skirtą pagaminti vienspalvius pamušalinius audinius žieminėms darbo drabužiams, ir ištirti jų fizines savybes.

Uždaviniai:

1. Pagaminti pamušalinius audinius, skirtus žieminėms darbinėms striukėms.
2. Sukurti ir atidirbti pamušalinių audinių dažymo viena spalva technologiją.
3. Nustatyti ir ištirti pagamintų audinių fizines savybes.
4. Atlikti pagamintų audinių fizinių savybių lyginamąją analizę su grynpluoščiais pamušalinių audinių.
5. Pateikti apdailos procesų rekomendacijas žieminėms darbinėms striukių pamušalų gamintojams.

3. Pradiniai baigiamojo projekto duomenys –

Žieminėms darbinėms striukėms skirti pamušaliniai audiniai, pagaminti iš 5 skirtingų cheminių pluoštų siūlų. Apdailos technologiniai įrenginiai ir cheminės medžiagos, esančios įmonėje UAB „Liningas“.

4. Pagrindiniai reikalavimai ir sąlygos –

Pagaminti pamušalinį audinį, skirtą žieminėms darbinėms striukėms, iš 5 skirtingų cheminių pluoštų, sukurti šio audinio dažymo technologiją, nustatyti ir ištirti jo fizines savybes.

Studentas

(Vardas, Pavardė)

(Parašas)

(Data)

Baigiamojo
projekto vadovas

(Vardas, Pavardė)

(Parašas)

(Data)

Krypties studijų
programos
vadovas

(Vardas, Pavardė)

(Parašas)

(Data)

Kišūnė, Laura. Funkcinio pamušalinio audinio apdailos procesų parinkimas ir fizinių savybių tyrimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovė doc. dr. Eglė Kumpikaitė; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Polimerų ir tekstilės technologijos (F02), Technologijų mokslai (F).

Reikšminiai žodžiai: pamušalinis audinys, apdailos gamybos procesai, dažymas, fizinės savybės.

Kaunas, 2019. 52 p.

Santrauka

Žmonėms, dirbantiems prie ypatingai žemų temperatūrų, yra svarbu nejausti diskomforto. Kūno temperatūra turi būti palaikoma vienoda, apranga neturi praleisti iš išorės šalčio ir vėjo, bet praleisti vandens garus, kad nesikauptų drėgmė prie kūno.

Šio darbo tikslas yra sukurti dažymo technologiją, skirtą pagaminti vienspalvį pamušalinį audinį žieminiams darbo drabužiams, ir ištirti jų fizines savybes. Šiam darbui išskelti uždaviniai: pagaminti pamušalinį audinį, skirtą žieminiams darbinėms striukėms, sukurti ir atidirbti pamušalinių audinių dažymo viena spalva technologiją, nustatyti ir ištirti pagaminto audinio fizines savybes, atlikti pagaminto audinio fizinių savybių lyginamąją analizę su grynai pluoščiais pamušalinių audinių pateikti apdailos procesų rekomendacijas žieminių darbinių striukių pamušalų gamintojams.

Šiam tyrimui reikiamas audinys buvo išaustas pamušalinių audinių gamybos įmonėje UAB „Liningas“. Audinio pynimas drobinis, o jo pluoštinė sudėtis: viskozė, poliamidas, poliesteris, polipropilenas ir poliakrilnitrilas. Šiam audiniu buvo atliktos dažymo ir galutinės apdailos operacijos, reikalingos pamušaliniams audiniams.

Siekiant patikrinti daugiapluoščio audinio tinkamumą vartoti, audiniui po dažymo ir baigiamųjų apdailos operacijų buvo atlikti tyrimai pagal tarptautinius ISO standartus (audinių siūlų prie siūlės atsparumas slydimui, audinių nusidažymo atsparumas buitiniam ir pramoniniam skalbimui, audinių spalvos atsparumas prakaitui, spalvos atsparumas sausai ir šlapiai trinčiai, spalvos atsparumas vandeniui), o gauti rezultatai buvo palyginti su ankščiau UAB „Liningas“ atliktais tokio pačio ilginio tankio ir su tokia pat baigiamąja apdaila grynai pluoščių audinių rezultatais. Rezultatai pateikiami stulpelinėse diagramose ir aptariami išvadose.

Tyrimai parodė, kad suprojektuota daugiapluoščio audinio apdailos gamybos eiga yra tinkama ir gali būti naudojama žieminių darbinių striukių pamušalams.

Kišūnė, Laura. Selection of Finishing Processes and Investigation of Physical Properties of Functional Lining Fabric. Master's Final Degree Project / supervisor assoc. prof. dr. Eglė Kumpikaitė; The Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Polymer and Textile Technology (F02), Technological Sciences (F).

Keywords: lining fabrics, textile.

Kaunas, 2019. 52p.

Summary

It is important for the people working under especially low temperatures not to feel discomfort. Body temperature has to be maintained constant, clothes do not have to conduct cold and wind from the outside, but to conduct water steam in order not to accumulate moisture near the body.

The purpose of this work is to create a dyeing technology for the production of monochrome lining fabrics for winter workwear and to examine their physical properties. Tasks of this work: to create a lining fabric for winter work jackets; to create and work a single color dyeing technology for lining fabrics; to identify and analyze the physical properties of fabrics produced; to perform a comparative analysis of the physical properties of fabrics produced with different fiber lining fabrics and to provide recommendations about the finishing processes for winter jackets lining fabric manufacturers.

The fabric used for this study was woven in the lining fabric factory UAB „Liningas“. The weave of this fabric is plain, composition of that fabric is: viscose, polyamide, polyester, polypropylene and acrylic fibers. Dyeing and final finishing operations usual for lining fabrics were performed for this fabric.

Seeking to check if the multi-fibered fabric is suitable for using, research on fabrics after dyeing and final finishing operations was carried out according to international ISO standards (resistance of stitch slipping, fabric dyeing resistance to household and industrial finishing, color resistance to perspiration, colour resistance to dry and wet friction, color resistance to water), and the results were compared with the results of the long-lasting one-fiber fabrics with the same linear density and final finishing carried out by UAB „Liningas“. All the results of the research were concluded and presented in column diagrams.

The research showed that created finishing processes for multi-fibered fabric is appropriate and can be used for the linings of winter jackets.

Turinys

Lentelių sąrašas	9
Paveikslų sąrašas	10
Įvadas.....	11
1. Literatūros apžvalga	12
1.1. Skirtingų pluoštų savybės.....	12
1.1.1. Poliamidinis pluoštas.....	12
1.1.2. Poliesterinis pluoštas	13
1.1.3. Viskožinis pluoštas.....	14
1.1.4. Polipropileninis pluoštas	14
1.1.5. Poliakrilnitrilinis pluoštas.....	14
1.2. Įprasti dažymo metodai dirbtiniams ir sintetiniams pluoštams	15
1.2.1. Viskožinis pluoštas.....	15
1.2.2. Polipropileninis pluoštas	15
1.2.3. Poliesterinis pluoštas	15
1.2.4. Poliamidinis pluoštas.....	16
1.2.5. Poliakrilnitrilinis pluoštas.....	17
1.3. Skirtingų pluoštų pokyčiai, atliekant buitinio skalbimo ir džiovavimo procedūras.....	17
1.4. Skirtingų dažiklių atsparumai trintims, skalbimui, distiliuotam vandeniui ir prakaitui	18
1.5. Gamybos procesų ir tekstilės gaminių kokybės gerinimas.....	18
1.6. Naujas požiūris į ekologiją dažymo ir apdailos procesuose.....	19
2. Metodinė dalis.....	21
2.1. Tyrimo objektas.....	21
2.2. Apdailos operacijos	21
2.3. Reikalavimai ir nurodymai laboratoriniams bandymams.....	22
2.3.1. Tekstilė. Standartinė kondicionavimo ir bandymo aplinka (ISO 139:2005).....	22
2.3.2. Audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydimui nustatymas (ISO 13936-2:2004).....	22
2.3.3. Audinių nusidažymo atsparumas buitiniam ir pramoniniam skalbimui (ISO 105-C06:2010)	24
2.3.4. Audinių spalvos atsparumas prakaitui (ISO 105-E04:2013).....	27
2.3.5. Buitinio skalbimo ir džiovavimo procedūros bandant tekstilę (ISO 6330:2012)	28
2.3.6. Spalvos atsparumas trinčiai (ISO 105-X12:2016).....	29
2.3.7. Spalvos atsparumas vandeniui (ISO 105-E01:2013).....	30
3. Tyrimų rezultatai.....	31
3.1. Pamušalinio daugiapluoščio audinio pluoštinės sudėties pagrindimas	31
Išvados ir rekomendacijos	47
Literatūros sąrašas	48
Informacijos šaltinių sąrašas	52

Lentelių sąrašas

2.1 lentelė. Skalavimo tirpalo standartinė sudėtis [38]	25
2.2 lentelė. ECE ploviklio su fosfatais sudėtis [38]	25
2.3 lentelė. Audinių nusidažymo atsparumas buitiniam ir pramoniniam skalvimui režimais [38]	26
2.4 lentelė. Skalavimo mašinų specifikacija, skirta buitinio skalavimo bandymui [40]	28
2.5 lentelė. Naudojamo ploviklio sudėtis buitinio skalavimo bandymui [40]	29

Paveikslų sąrašas

2.1 pav. Tyrimo metu naudoto audinio užtaisymo brėžinys	21
2.2 pav. Siūlės, naudojamos bandinių siuvimui, schema [10]	22
2.3 pav. Bandinių paruošimo schema [37].....	23
2.4 pav. Siūlės tarpelio schema [37]	24
2.5 pav. Bandymo įrenginio schema [39]	27
3.6pav. Aukštatemperatūrė veleninė mašina Sung Moo CTS- B80-900	31
3.7 pav. Aukštatemperatūros veleninės mašinos Sung Moo CTS- B80-900 specifikacinė lentelė ..	32
3.8 pav. Aukštatemperatūros veleninės mašinos Sung Moo CTS- B80-900 slėgio parametrai dažymo metu	33
3.9 pav. Audinio iškrovimas ant kontaktinio veleno iš aukštatemperatūros veleninės mašinos Sung Moo CTS-B80-900.....	35
3.10 pav. Džiovinimo-platinimo mašina Monforts Montex	35
3.11 pav. Medvilninio audinio paruošimas testui spalvos atsparumas trinčiai (ISO 105-X12:2016) ir testo atlikimas krokmetru	36
3.12 pav. Testo spalvos atsparumas trinčiai (ISO 105-X12:2016) gauti rezultatai ir jų vertinimui reikalinga pilka skalė.....	37
3.13 pav. Testo nusidažymo atsparumas buitiniam ir pramoniniam skalbimui (ISO 105-C06:2010) mėginių ruošimas ir siuvimo mašina, naudota bandiniams susiūti	37
3.14 pav. Testui nusidažymo atsparumas buitiniam ir pramoniniam skalbimui (ISO 105-C06:2010) naudota įranga.....	37
3.15 pav. Testo spalvos atsparumo prakaitui (ISO 105-E04:2013) ir spalvos atsparumo vandeniui (ISO 105-E01:2013) bandinių ruošimas.....	38
3.16 pav. Testui spalvos atsparumo prakaitui (ISO 105-E04:2013) ir spalvos atsparumo vandeniui (ISO 105-E01:2013) naudota įranga.....	38
3.17 pav. Bandinių ruošimas testui buitinio skalbimo ir džiovinimo procedūros bandant tekstilę (ISO6330:2012).....	39
3.18 pav. Įrenginiai, naudoti testui buitinio skalbimo ir džiovinimo procedūros bandant tekstilę (ISO6330:2012) atlikti.....	39
3.19 pav. Bandiniai po garinimo ir skalbimo palikti kondicinėse salygoje, prieš atliekant testą buitinio skalbimo ir džiovinimo procedūros bandant tekstilę (ISO6330:2012).....	40
3.20 pav. Bandinių ruošimas testui audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydimui nustatymas (ISO 13936-2:2004).	40
3.21 pav. Paruošti bandiniai testui audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydimui nustatymas (ISO 13936-2:2004).	41
3.22 pav. Naudota įranga su bandiniais testui audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydimui nustatymas (ISO 13936-2:2004).....	41
3.23 pav. Naudota įranga su bandiniais testui audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydimui nustatymas (ISO 13936-2:2004).....	42
3.24 pav. Testuotų audinių spalvos atsparumo sausai ir šlapiai trintims bandymo rezultatai	42
3.25 pav. Testuotų audinių spalvos atsparumo skalbimui, prakaitui ir distiliuotam vandeniui rezultatai	43
3.26 pav. Testuotų audinių matmenų pokytis, juos garinant	44
3.27 pav. Testuotų audinių matmenų pokytis procentais, juos skalbiant 30°C temperatūroje	45
3.28 pav. Testuotų audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydimui nustatymas	45

Įvadas

Žmonėms, dirbantiems prie ypatingai žemų temperatūrų, yra svarbu nejauti diskomforto. Kūno temperatūra turi būti palaikoma vienoda, apranga neturi praleisti iš išorės šalčio ir vėjo, bet praleisti vandens garus, kad nesikaupytų drėgmė prie kūno.

Šio darbo tikslas ir esmė yra sukurti apdailos procesų technologiją, skirtą pagaminti pamušalinius audinius, pasižyminčius prieš tai išvardintomis savybėmis. Šie pamušaliniai audiniai savo pynimu nesiskiria nuo standartinių pamušalinių audinių, bet jų sudėtis šiek tiek neįprasta, t. y. metmenims naudojami viskoziniai verpalai, o ataudams naudojami 4 skirtingų žaliavų verpalai iš poliamido, polipropileno, poliakrilnitrilo ir poliesterio. Šio audinio technologinis procesas yra labai sudėtingas, nes reikia išgauti vientisos lygios spalvos audinį. Tačiau problema iškyla dėl to, kad visi audinio gamybai naudoti pluoštai dažomi skirtingų klasių dažikliais, ir sukurti sklandų bei ekonomiškai efektyvų būdą yra labai sudėtinga.

Darbo tikslas yra sukurti dažymo technologiją, skirtą pagaminti vienspalvius pamušalinius audinius žieminiams darbo drabužiams, ir ištirti jų fizines savybes.

Uždaviniai:

6. Pagaminti pamušalinį audinį, skirtą žieminėms darbinėms striukėms.
7. Sukurti ir atidirbti pamušalinio audinio dažymo viena spalva technologiją.
8. Nustatyti ir ištirti pagaminto audinio fizines savybes.
9. Atlikti pagaminto audinio fizinių savybių lyginamąją analizę su grynpluoščiais pamušaliniiais audiniais.
10. Pateikti apdailos procesų rekomendacijas žieminių darbinių striukių pamušalų gamintojams.

1. Literatūros apžvalga

1.1. Skirtingų pluoštų savybės

1.1.1. Poliamidinis pluoštas

Poliamidas yra sintetinis pluoštas, kurio sudėtyje yra amido grupės (CONH). Poliamidas būna įvairių tipų (pvz. Poliamidas 6.6; Poliamidas 6.12; Poliamidas 4.6; Poliamidas 6; Poliamidas 12 ir kt.). Poliamidas dažniausiai naudojamas įvairių plėvelių ir pluošto gamybai, taip pat kompozitinėse medžiagose [1].

Poliamidas gaminamas dviem metodais:

1) Vykstant kondensacijos reakcijai tarp diaminių ir dvigubų rūgščių – reakcijos metu susiformuoja poliamido druska. Pirmasis poliamido tipo numeris reiškia anglies atomų skaičių diamine, antrasis skaičius yra anglies atomai rūgštyje (pvz. Poliamidas 6.12 arba Poliamidas 6.6);

2) Antrasis metodas pagrįstas tuo, kad monomeras atsidaro, susiejantis amino ir rūgščių grupes, kurios yra vadinamos laktamo žiedu. Poliamido tipo numeris reiškia atomų laktamo monomerų skaičių (pvz. Poliamidas 6.12 arba Poliamidas 6.6) [1].

Dauguma poliamidų yra pusiau kristalinės būsenos ir paprastai yra labai kietos medžiagos, pasižyminčios geru terminiu ir cheminiu atsparumu. Nuo skirtingo poliamido tipo priklauso specifinės savybės, tokios kaip lydymosi temperatūra ar išliekamasis drėgmės kiekis pluošte [1].

Poliamidas linkęs sugerti drėgmę iš aplinkos. Ši absorbcija tęsiasi tol, kol pasiekiamas pusiausvyra ir ji gali neigiamai paveikti matmenų stabilumą. Dar viena poliamido savybė yra polinkis sugerti drėgmę iš aplinkos. Jo atsparumas smūgiams ir lankstumas sustiprina šią savybę, o medžiagos stiprumas ir standumas pradeda mažėti žemesnėje už stiklėjimo temperatūrą (<50°C-80°C). Drėgmės kiekis priklauso nuo temperatūros ir kristalinės dalies apimties. Siekiant išvengti nepageidaujamo drėgmės pertekliaus pluošte, prieš eksploataciją poliamidas turi būti laikomas kondicinėse sąlygose [1].

Pagrindinis poliamido pranašumas prieš kitus pluoštus yra jo atsparumas cheminėms medžiagoms, bet jis yra neatsparus stiprioms rūgštims, šarmams ir spiritiniams tirpalams. Šis pluoštas atsparus aukštomis temperatūroms, o jo vartojamosios savybės išlieka stabilios iki 185°C [1].

Ganėtinai dažnai poliamidas yra maišomas su kitais plastikais, siekiant pagerinti tam tikras vartojamąsias savybes. Poliamidas yra gaminamas liejimo, rotacinio liejimo arba ekstruzijos į plėvelę ar pluoštą būdu [1].

Fizinės savybės:

stipris tempiant – 90-185 N/mm²;

smūginis stipris įtemptoje būsenoje – 5,0–13 kJ/m²;

terminis plėtimosi koeficientas – $90-20/70 \times 10^{-6}$;

temperatūra, kurioje poliamidinis pluoštas praranda savo savybes – 150-185°C [1].

Pluoštai iš poliamido naudojami tekstilės gaminiuose, žūklėje ir maisto pramonėje kaip plėvelės, nes jos pasižymi kietumu, mažu laidumu dujoms ir kartu atsparumu aukštai temperatūrai [1].

Liejimo ir ekstruzijos būdu išgaunamos įvairios formos leidžia pakeisti tam tikras automobilių variklių detales, kurios anksčiau buvo gaminamos iš metalo. Dėl geros izoliacijos elektrai, atsparumo korozijai ir atsparumo didelėms apkrovoms, poliamidas yra naudojamas elektros instaliacijoms, kaip izoliatorius, jungiklių korpusams ir kabelių jungtims. Poliamidas 6 naudojamas sportinio inventoriaus gamybai, pvz. slidinėjimo apkaustams ir riedučiams, nes gali atlaikyti dideles mechanines apkrovas [1].

1.1.2. Poliesterinis pluoštas

Poliesteris yra sintetinis pluoštas, gaunamas iš anglies, deguonies, vandens ir naftos. Sukurtas XX a. laboratorijoje. Poliesterio pluoštas susidaro cheminės reakcijos tarp rūgšties ir alkoholio metu. Šioje reakcijoje dvi ar daugiau molekulių sudaro vieną didelę molekulę, kurios struktūra kartojasi per visą jos ilgį. Poliesterio pluoštą gali sudaryti labai ilgos molekulinės grandys, kurios yra labai stabilios ir stiprios [2].

Poliesteris naudojamas daugelio gaminių gamybai, tokių kaip drabužių tekstilė, baldų tekstilė, techninė tekstilė, kompiuterinės technikos dalys ir įrašymo juostos bei elektros izoliacija. Jis neabsorbuoja drėgmės, bet sugeria riebalus. Dėl šios priežasties poliesteriis yra puiki medžiaga vandeniui, dirvožemiui ir ugniai atspariai apdailai atlikti. Dėl mažo sugeriamumo jis natūraliai atsparus dėmėms. Gaminiai iš poliesterio gali būti termiškai apdoroti apdailos procesuose ir po to visiškai nebesėda ir nebūna tamprūs. Produktai iš poliesterio lengvai absorbuoja dažiklius ir yra atsparūs pelėsiui. Tekstūruoti poliesterio pluoštai yra nealergizuojantys, todėl puikiai tinka naudoti juos kaip pagalvių užpildus, čiužinių užpildus, taip pat ir drabužių tekstilei [2].

Poliesteris gaminamas keliais būdais. Naudojamas priklausomai nuo pagaminto poliesterio formos. Ketrios pagrindinės formos yra siūlai, kuokšteliai, gniūžtės ir pluošto užpildai. Šio pluošto gijos turi būti nenutrūkstamo ilgio, gaminant tankios struktūros audinius [2].

Gamyba:

1. Siekiant sudaryti poliesteri, dimetiltereftalatas pirmą kartą reaguoja su etilenglikoliu, naudojant katalizatorių ir esant 150-210°C temperatūrai;
2. Gauta cheminė medžiaga, alkoholio monomeras su tereftalio rūgštimi, yra kaitinama iki 280°C temperatūros. Naujai suformuotas poliesteriis yra skaidrus ir išlydytas, išspaudžiamas per platiravimo galvą, kad susidarytų ilgos juostos;
3. Po poliesterio išlydymo juostelėmis, leidžiama joms atvėsti, kol jos tampa trapiomis. Medžiaga supjaustoma mažomis lustomis ir visiškai išdžiovinama, kad būtų išvengta pažeidimų;
4. Polimero granulės tirpinamos 260-270°C temperatūroje, kad susidarytų sirupo klampos tirpalas. Tirpalas pilamas į metalinį konteinerį, kuriame pradedamas verpimo procesas, kurio metu tirpalas išleidžiamas per filjerių skylutes. Jos paprastai yra apvalios, bet gali būti penkiakampės arba bet kokios kitos formos. Sraigtinių skylių skaičius nustato verpalų ilginį tankį, nes ištekančios gijos suformuoja vieną verpalą;
5. Verpimo stadijoje į tirpalą gali būti pridėta kitų cheminių medžiagų, kad gauta medžiaga būtų antipireninė ar lengviau dažoma;
6. Kai poliesteriis išeina iš verptuvo galvos, jis yra minkštas ir lengvai gali būti pratempimas iki penkių kartų savo pradinio ilgio. Ištempimas priverčia atsitiktines poliesterio molekules susiorientuoti lygiagrečiai. Tai padidina pluošto stiprumą, tvirtumą ir atsparumą. Kai siūlai išdžiūsta, pluoštai tampa kieti ir stiprūs, o ne trapūs;
7. Paruošti verpalai gali būti labai skirtingo skersmens ir ilgio, priklausomai nuo pageidaujamų gatavos medžiagos savybių. Taip pat, kai verpalai paruošti, jie gali būti tekstūruojami arba susukami, norint sukurti norimą efektą verpalui;
8. Po poliesterio verpalų pagaminimo jie yra suvyniojami ant didelių apvalių arba plokščių pakuočių, reikiamų audinio audimui ar mezginio mezgimui [2].

1.1.3. Viskožinis pluoštas

Viskozė – tai cheminis dirbtinis pluoštas, gaunamas iš tirpinimo masėje ištirpintos celiuliozės (jos žaliavos yra įvairios, pvz. mediena, medvilnė ar bambukas). Šiuo metu kietmedžio miškai yra pagrindinis celiuliozės šaltinis, naudojamas viskozės gamybai. Celiuliozė transformuojama į tirpiosios medienos masę ir parduodama pluošto gamintojams gijomis arba kuokšteliais. Po poliesterio ir medvilnės dirbtiniai pluoštai iš celiuliozės sudaro trečią didžiausią visos pluošto rinkos dalį [3].

Dirbtiniai pluoštai iš medienos celiuliozės naudojami drabužių pramonėje [3].

1.1.4. Polipropileninis pluoštas

Polipropilenas (PP) yra linijinis angliavandenilio polimeras. Polipropilenas, kaip ir polietilenas ir polibutenas yra poliolefinas arba prisotintas polimeras. Polipropilenas yra vienas iš universaliausių polimerų, kuriuos galima naudoti tiek kaip plastiką, tiek kaip pluoštą, beveik visose plastikų galutinio vartojimo rinkose [4].

Polipropileno savybės yra panašios į polietileno savybes, bet yra specifinių skirtumų. Jo yra mažesnis tankis, didesnė minkštėjimo temperatūra (PP nesilydo žemiau 160°C, polietilenas lydosi apie 100°C) ir didesnis standumas bei kietumas. Priedai yra naudojami visoms komerciniu būdu pagamintoms polipropileno dervoms, siekiant apsaugoti polimerą apdorojimo metu ir pagerinti galutinio vartojimo efektyvumą [4].

Polipropileno gamyba vyksta suspensijos iš tirpalo ar dujų fazės būdu, kai propileno monomeras yra veikiamas šilumos ir slėgio katalizatoriaus. Polimerizacija pasiekama, esant santykinai žemai temperatūrai ir slėgiui, o gautas produktas yra permatomas, bet lengvai dažomas. Katalizatoriaus ir gamybos sąlygų skirtumai gali būti naudojami plastiko savybėms pakeisti [4].

Šiuo metu yra trys polipropileno tipai. Kiekvienas jų atitinka tam tikras specifikacijas ir kainas [4].

Fizikinės savybės:

stipris tempiant – 0,95-1,30 N/mm²;

smūginis stipris įtempioje būsenoje – 3,0-30,0 kJ/m²;

terminis plėtimosi koeficientas – 100-150 × 10⁻⁶;

temperatūra, kurioje polipropilenas pradeda lydėtis – 80°C [4].

Polipropilenas yra viena iš pirmaujančių medžiagų, naudojamų plėvelės ekstruzijai, ir pastaraisiais metais ji buvo naudojama gausiausiai, lyginant su celofanu, metalais ir popieriumi, nes ji pasižymi aukštu atsparumu pradūrimui, mažu laidumu drėgmei ir konkurencinga kaina. Plėvelių rinka gali būti suskirstyta į tris pagrindinius sektorius:

- maisto pramonės;
- tabako gaminių;
- aprangos pramonės [4].

1.1.5. Poliakrilnitrilinis pluoštas

Poliakrilnitrilinis pluoštas – tai pluoštas, kuriame pluošto formavimo medžiaga yra bet kuris ilgos grandinės sintetinis polimeras, sudarytas iš ne mažiau kaip 85% akrilnitrilo vienetų (Federalinės prekybos komisijos apibrėžimas). Poliakrilnitriliniai pluoštai pirmą kartą buvo pagaminti 1950 m. „DuPont“ kompanijos kaip produktas „Orlon®“. Akrilo derva ištirpinama tirpiklyje, po to išspaudžiama per verpimo galvutes, kad susidarytų ilgos, nepertraukiamos gijos. Termoplastiniai pluoštai yra atsparūs lūžiams, cheminėms medžiagoms, UV šviesai, atmosferos poveikiui,

vabzdžiams, graužikams ir drėgmei. Tai pluoštai, kurie nėra alergizuojantys, lengvi, minkšti, patvarūs ir greitai džiūsta. Tačiau jie nėra atsparūs karščiui ir ištirpsta arba sudega aukštoje temperatūroje. Poliakrilnitriliniai pluoštai naudojami kilimams, antklodėms, užuolaidoms, lauko gaminiams (tentams, geotekstilėms ir kt.) ir drabužių tekstilei, pavyzdžiui, paltams, pamušalams, megztiniams gaminiams, suknelėms ir marškiniams [5].

Šis pluoštas netirpsta labiausiai paplitusiuose organiniuose tirpikliuose. Atsparus silpnoms rūgštims [5].

1.2. Įprasti dažymo metodai dirbtiniams ir sintetiniams pluoštams

1.2.1. Viskožinis pluoštas

Celiuliozės dažymas aktyviais dažikliais yra pagrįstas celiuliozės hidroksilo grupių aktyvumu. Tačiau per hidroksilo grupes celiuliozė turi neigiamą krūvį vandenyje ir yra būdingas atotrūkis tarp anijoninių dažiklių ir celiuliozės. Būtinės šarminės sąlygos, kad būtų tinkama sąveika dažymo metu tarp dažų ir celiuliozės. Tuo pačiu metu vyksta hidrolizacija tarp aktyvinių dažiklių ir pluošto, tada dažiklių aktyvumas celiuliozei išnyksta. Vienu efektyviausiu laikomas dažiklių ištraukimo metodas iš tirpalo, jis ekonomiškesnis, ekologiškesnis, dėl dažymo procesų trukmės. Tradiciškai, dažant ištraukimo būdu, audinio atspalvis svyruoja 50–90% diapazone, tačiau stipriai paveikia dažų ir dažymo sąlygas. Įrodyta, kad katijonizacija teigiamai veikia celiuliozę ir padidina dažų ištraukimą iš tirpalo ir galima dažymo procese apsieiti, nenaudojant NaCl druskos, kuri reikalinga kaip elektrolitas. Taip pat ištraukimo būdu galima dažyti ir tiesioginiais dažikliais, bet jų atsparumai yra prastesni ir jiems reikalingas elektrolitas [6].

Prieš dažymo procesą audinys turi būti išplaunamas 40°C temperatūroje 30 min, naudojant paviršių aktyvinančias medžiagas, nuskalaujamas ir dažomas šarminėje terpėje 50°C temperatūroje 60 min, naudojant chemines medžiagas, reikalingas dažymo procesui. Audinys skalaujamas 10 min 60°C temperatūroje. Panaudojus dažiklio tvirtintoją, 15 min audinys plaunamas, tada dar kartą skalaujamas [6].

1.2.2. Polipropileninis pluoštas

Polipropilenas dažniausiai yra dažomas masėje, bet esant būtinybei galima dažyti ir aukštatemperatūriniame slėginiame įrenginyje dispersiniais dažikliais. Dažymo vonios modulis turi būti išlaikomas 50:1 tirpalo tūrio santykiu su audinio tūriu. Iš pradžių nuo 2% iki 6% audinio svorio dažiklių yra ištirpinama dažymo vonioje, naudojant 2 g/l anijoninio dispergiklio. Tada dažymui reikiama temperatūra keliama nuo 35 °C iki (100, 110, 120, 130 °C) palaipsniui 45 min ir tik pasiekus aukščiausią temperatūrą, pradedamas dažymo procesas, kuris trunka nuo 1 iki 2 valandų. Po dažymo audinys yra muilinamas, naudojant 2% nejoninės paviršių aktyvinančios medžiagos 60°C temperatūroje ir tada atliekamas audinio skalavimas [7].

1.2.3. Poliesterinis pluoštas

Poliesterio dažymo procesas atliekamas aukštatemperatūriniame slėginiame įrenginyje, dažant dispersiniais arba katijoniniais dažikliais, bet prieš tai, audinys turi būti gerai išplaunamas. Audinys plaunamas 60 °C temperatūroje, naudojant paviršių aktyvinančias medžiagas 30 min, kad būtų pašalinti riebiškiai, naudoti verpimo proceso metu, ir kiti teršalai [8].

Pirmasis iš literatūros šaltiniuose pateikiamų poliesterinių pluoštų dažymo būdų yra dažymas dispersiniais dažikliais.

Nuskalautas audinys po plovimo yra dar kartą skalaujamas 70°C temperatūroje 10 min, nenaudojant jokių paviršių aktyvinančių medžiagų. Į dažymo vonią prieš dažymą yra įpilama 1 g/l acto rūgšties, 1 g/l natrio acetato, 6 g/l natrio sulfato ir 1,5% dispergiklio. Tinkamai išsimaišius chemijai įrenginyje, dozuoja dispersiniai dažai, pamatuojama pH vertė, kuri turi būti 4-4,5 ribose. Audinio dažymas pradedamas 80°C temperatūroje ir temperatūra keliama iki 120°C-130°C (1°C/min greičiu), dažoma 30-45 min. Baigus dažymo procesą, įrenginio tirpalo temperatūra aušinama iki 70°C (1,3°C/min greičiu), pakeičiamas tirpalas švariu vandeniu ir pradedamas redukcinis valymas 80°C temperatūroje 20 min, panaudojus 6 g/l natrio ditionito ir 30 g/l natrio šarmo (38°C) [9].

Antrasis dažymo metodas, naudojamas poliesterinių pluoštų dažymui- dažymas katijoniniais dažikliais.

Po to, kai audinys yra išplaunamas, į dažymo vonią yra įpilama 1 g/l natrio sulfato ir 2% dispergiklio, reikalingo katijoniams dažams. Dažymo vonios temperatūra užkaitinama iki 60°C ir į ją įpilami katijoniniai dažai. Pamatuojamas dažymo tirpalo pH, kuris turi būti 4-4,5 ribose, o jam parūgštinti naudojama koncentruota acto rūgštis. Dažymo tirpalas kaitinamas iki 122°C temperatūros (1°C/min greičiu) ir dažoma 60min. Baigus dažymo procesą, tirpalas įrenginyje aušinamas iki 70°C temperatūros (1,3°C/min greičiu) ir audinys po to skalaujamas 70°C temperatūros vandenyje [9].

1.2.4. Poliamidinis pluoštas

Poliamidinis pluoštas gali būti dažomas keliais metodais ir skirtingų klasių dažikliais, bet prieš dažymą pluoštas turi būti išplaunamas. Literatūros šaltiniuose yra pateikiami keli poliamidinio pluošto paruošimo prieš dažymą būdai.

Pirmasis šio pluošto plovimo metodas yra naudojant acetoną, etanolį ir dejonizuotą vandenį, įvilgant audinį 40°C temperatūros tirpalu 15 min. Vėliau audinys skalaujamas [10].

Antrasis metodas, kai naudojama 2 g/l paviršių aktyvinančios medžiagos ir kalcinuotos sodos, o plovimas vyksta 90-95°C temperatūroje 15 min. Baigus plovimo procesą, audinys išskalaujamas [11].

Pirmasis dažymo būdas – tai dažymas aktyviniais dažikliais, dažiklių ištraukimo iš tirpalo metodu. Pirmiausia į dažymo vonią yra įberiama 40 g/l Glauberio druskos ir supilami ištirpinti vandenyje aktyviniai dažikliai, o dažymo tirpalas kaitinamas iki 70°C temperatūros, pamatuojama tirpalo pH vertė, kuri turi būti 5,5 ir audinio dažymo procesas atliekamas 40 min. Baigus dažymą, audinys skalaujamas 10 min 30°C temperatūros vandenyje. Nuskalavus vieną kartą, audinys išplaunamas panaudojus 1 g/l paviršių aktyvinančios medžiagos 70°C temperatūros tirpale 10 min. Po to audinys dar kartą skalaujamas [12].

Antrasis poliamidinio pluošto dažymas yra rūgštiniais dažikliais, bet poliamidinių pluoštų dažymas rūgštiniais dažikliais nėra 100% efektyvus dažų panaudojimo požiūriu todėl, kad likę dažikliai dažų vonioje, panaudoti dažymo metu, paprastai nėra pakartotinai naudojami ir yra išleidžiami į nutekamuosius vandenį kartu su cheminėmis medžiagomis, naudotomis dažymo procese, o tai didina aplinkos taršą [13].

Dažymo procesas pradedamas į dažymo vonią įpylus Glauberio druskos, natrio sulfato, vilgiklio, ištirpintų vandenyje rūgštinių dažiklių ir acto rūgšties, o dažymo tirpalas kaitinamas iki 95°C temperatūros, tirpalo pH turi būti 4,5, dažymo trukmė 60 min [13].

Trečiasis poliamidinio pluošto dažymo metodas – dažymas dispersiniais dažikliais. Dažoma aukštatemperatūriniame dažymo įrenginyje. Iš pradžių į dažymo vonią įpilama 5 g/l nejoninės paviršių aktyvinančios medžiagos ir audinys yra vilgomas 50°C temperatūroje 20 min. Prieš

pradedant dažymo procesą, į tą pačią vonią yra įpilami vandenyje išmaišyti dispersiniai dažikliai ir acto rūgštis, kad tirpalo pH būtų 4,5. Dažų tirpalas kaitinamas iki 100°C temperatūros (2°C/min greičiu) ir dažoma 60 min. Baigus dažymo procesą, dažymo tirpalas aušinamas iki 70°C (3°C/min greičiu) ir audinys yra skalaujamas šaltu vandeniu [14].

1.2.5. Poliakrilnitrilinis pluoštas

Poliakrilnitrilinio pluošto dažymas, kaip ir poliamidinio pluošto, galimas kelių klasių dažikliais, skirtingais metodais.

Vienas iš metodų – dažymas tiesioginiais dažikliais, bet toks metodas visiškai neefektyvus, bandant išgauti tamsius ir tolygius atspalvius. Toks metodas tinkamas tik laboratoriniams tyrimams. Pirmiausia audinys yra įmirkomas dažiklių tirpale, kurio sudėtyje yra acto rūgšties, ir dažiklių tirpalo temperatūra yra keliama nuo 25°C iki 100°C temperatūros, dažymas trunka 120 min. Baigus dažymą, audinys skalaujamas švariu vandeniu ir pradedama dažiklių fiksacija pluošte, kurios metu panaudojama metalo druska ir audinys 80°C temperatūros tirpale paliekamas 30 min, o vėliau tiek pat laiko 100°C temperatūros tirpale. Galutinėje operacijoje audinys skalaujamas [15].

Antrasis galimas dažymo metodas yra dažymas dispersiniais dažikliais, bet, kaip ir pirmasis metodas, yra nepritaikomas gamyboje, kadangi tamsių atspalvių išgauti nepavyksta. Pirmiausia į dažymo vonią yra įdedama paviršių aktyvinančios medžiagos, dispergiklio ir vandenyje išmaišytų dispersinių dažiklių, tada tirpalo temperatūra kaitinama iki 95°C ir dažoma 30 min. Po dažymo audinys gerai išskalaujamas [16].

Trečiasis metodas yra dažymas katijoniniais dažikliais, kuris šiuo metu yra pats populiariausias ir naudojamas gamyboje, kadangi yra išgaunami ne tik tamsūs ir tolygūs atspalviai, bet ir spalvos atsparumai būna geri. Pirmiausia tirpalas dažymo vonioje yra parūgštinamas iki pH 4,5, įpilant acto rūgšties ir natrio acetato kristalų. Tada temperatūra yra užkeliama iki 90°C ir dažoma 120 min. Baigus dažymą, audinys iš karto nuskalaujamas švariu vandeniu [17].

1.3. Skirtingų pluoštų pokyčiai, atliekant buitinio skalbimo ir džiovinimo procedūras

Viskozinis pluoštas yra labai jautrus skalbimui, todėl dauguma gamintojų rekomenduoja gaminius iš viskozės valyti tik sausu valymo metodu, kadangi skalbiant galima gaminį sugadinti, nes viskozės pluoštai aukštoje temperatūroje stipriai traukiasi. Atlikus testus pagal tarptautinį ISO standartą buitinio skalbimo ir džiovinimo procedūros bandant tekstilę (ISO 6330:2012), buvo nustatyta, kad viskoziniai pluoštai po skalbimo bandymo susitraukia 2,5-8%, o po garinimo procedūros susitraukia iki 3,6% [18].

Poliesterinis pluoštas, priešingai negu viskozinis, buitinio skalbimo ir džiovinimo metu praktiškai nepakinta, bet tik tuomet, jeigu jis apdailos operacijų metu yra stabilizuojamas aukštoje temperatūroje (~190°C). Stabilizuoto poliesterinio pluošto santrauka, atlikus bandymą buitinio skalbimo ir džiovinimo procedūros bandant tekstilę (ISO 6330:2012), negali viršyti 1%, kitaip tai reikštų, kad audinys nėra stabilizuotas [19].

Polipropileno pluošto santrauka nėra didelė – nuo 0,5% iki 5%, atlikus bandymą buitinio skalbimo ir džiovinimo procedūros bandant tekstilę (ISO 6330:2012). Bet tik tuo atveju, jeigu jis yra tinkamai pagamintas, kitu atveju santrauka gali būti gerokai didesnė [20].

Poliakrilnitrilinio pluošto santrauka įprastai nėra didelė, bet kartais gali siekti iki 5%, atlikus bandymą buitinio skalbimo ir džiovinimo procedūros bandant tekstilę (ISO 6330:2012) [21].

Poliamidinio pluošto, kaip ir poliesterinio pluošto santrauka nėra didelė, bet tik tuo atveju, jeigu pluoštas yra stabilizuotas aukštoje temperatūroje (190°C). Atlikus bandymą buitinio skalbimo ir

džiovinimo procedūros bandant tekstilę (ISO 6330:2012), pastebima, kad stabilizuoto poliamidinio pluošto santrauka būna iki 2%, o nestabilizuoto pluošto santrauka gali viršyti ir 6% [22].

1.4. Skirtingų dažiklių atsparumai trintims, skalbimui, distiliuotam vandeniui ir prakaitui

Poliakrilnitrilinis pluoštas, dažytas katijoniniais juodos spalvos dažikliais, įprastai neatitinka pačių geriausių balų, bet rezultatai nėra labai prasti. Tyrimų audinių spalvos atsparumas prakaitui (ISO 105-E04:2013), audinių nusidažymo atsparumas buitiniam ir pramoniniam skalbimui (ISO 105-C06:2010) bei spalvos atsparumas vandeniui (ISO 105-E01:2013) rezultatai atitinka 4-3 balus. Tyrimo spalvos atsparumas trinčiai (ISO 105-X12:2016): sausa trintis įvertinama 3 balais, o šlapia trintis yra įvertinama 4 balais. Tai reiškia, kad šlapios trinties rezultatai yra geresni, negu sausos [23].

Dažant celiuliozinius pluoštus aktyviniais dažikliais, visada gaunami geri spalvos atsparumai, išskyrus tuos atvejus, jeigu kažkas yra atliekama netinkamai gamybos procese. Kadangi aktyviniai dažikliai gerai fiksuojasi pluošte, tai visų tyrimų rezultatai atitinka 4-5 balus [24].

Dažant celiuliozinius pluoštus tiesioginiais dažikliais, atsparumai būna 1-2 balais prastesni, negu dažant aktyviniais dažikliais [24].

Poliesteriniai pluoštai, dažyti dispersiniais dažikliais, pasižymi labai gerais spalvos atsparumais (vyrauja 4-5 balų įvertinimas), bet jeigu pluoštui neatliktas redukcinis valymas po dažymo proceso, balai sumažėja iki 3-4 [25].

Poliamidinį pluoštą dažant dispersiniais dažikliais, spalvos atsparumai šiek tiek prastesni negu poliesterinio pluošto, dažyto tos pačios klasės dažikliais. Šios klasės dažikliais dažyto poliamidinio pluošto spalvos atsparumas prakaitui (ISO 105-E04:2013), audinių nusidažymo atsparumas buitiniam ir pramoniniam skalbimui (ISO 105-C06:2010), spalvos atsparumas vandeniui (ISO 105-E01:2013) ir spalvos atsparumas trinčiai (ISO 105-X12:2016) atitinka 4 balus [26].

Poliamidinį pluoštą dažant rūgštiniais dažikliais, spalvos atsparumai gaunami lygeverčiai dispersiniais dažikliais dažytam poliamidiniui pluoštui. Šios klasės dažikliais dažyto poliamidinio pluošto spalvos atsparumas prakaitui (ISO 105-E04:2013), audinių nusidažymo atsparumas buitiniam ir pramoniniam skalbimui (ISO 105-C06:2010), spalvos atsparumas vandeniui (ISO 105-E01:2013) ir spalvos atsparumas trinčiai (ISO 105-X12:2016) atitinka 4 balus [27].

Polipropileninio pluošto dažymas dispersiniais dažikliais aukštatemperatūriniame slėginiame inde nėra pats tinkamiausias metodas, norint gauti gerus spalvos atsparumus. Atlikus bandymus: spalvos atsparumas prakaitui (ISO 105-E04:2013), audinių nusidažymo atsparumas buitiniam ir pramoniniam skalbimui (ISO 105-C06:2010), spalvos atsparumas vandeniui (ISO 105-E01:2013) ir spalvos atsparumas trinčiai (ISO 105-X12:2016), gauti rezultatai vos atitinka 2-3 balus. Bet jeigu pluoštas yra pagamintas iš masėje dažytų siūlų, tai bandymų: spalvos atsparumas prakaitui (ISO 105-E04:2013), audinių nusidažymo atsparumas buitiniam ir pramoniniam skalbimui (ISO 105-C06:2010), spalvos atsparumas vandeniui (ISO 105-E01:2013) ir spalvos atsparumas trinčiai (ISO 105-X12:2016) rezultatai gali siekti 4-5 balus [28].

1.5. Gamybos procesų ir tekstilės gaminių kokybės gerinimas

Tekstilės pramonėje labai svarbu mažinti gaminio savikainą, gerinti kokybę, bet dauguma faktorių apdailos ir dažymo metu neleidžia to atlikti. Pagrindiniai faktoriai, nuo kurių priklauso tekstilės gaminių savikainos didėjimas, yra energetinių išteklių neefektyvus naudojimas, dideli sunaudojamų cheminių medžiagų kiekiai, nenaudingas dažiklių naudojimas, dažnos žmogiškojo išteklių klaidos, brangstantis žmogiškojo išteklių darbas ir kita [29].

Siekiant išvengti augančios gamybos savikainos, dauguma įmonių pereina prie dažymo iš pirmo karto metodikos, kuri reikalauja daug kontrolės, bet sumažina tekstilės gamybos savikainas. Sėkmingui dažymo procesui reikia mokslinio požiūrio, kadangi tai priklauso ne tik nuo įgūdžių. Būtina stebėti, manipuliuoti ir kontroliuoti įvairius veiksnius, o kintamieji, nuo kurių priklauso dažymo procesai, turi būti atkartojami. Naudojant automatines dozavimo sistemas, kompiuterines spalvų matavimo sistemas, lengviau kontroliuoti visus kintamuosius veiksnius, bet tai reikalauja daug finansinių investicijų [29].

Pagrindiniai kintamieji, kuriuos reikia sekti, kad šis metodas pasiteisintų:

1. vandens kokybė;
2. tirpalų iš cheminių medžiagų paruošimas;
3. dažiklių tirpalų paruošimas;
4. dažiklių ir cheminių medžiagų svėrimas;
5. tirpalų koncentracijos tirpinant dažus;
6. dažiklių parinkimas;
7. drėgmės kiekis aplinkoje dažų svėrimo metu;
8. dažymo vonioje naudojami priedai;
9. dažomo audinio metražo ir naudojamo vandens kiekio santykis;
10. dažymo trukmė, tirpalo ir patalpų temperatūra, dažymo tirpalo pH, audinio pH;
11. įrenginių charakteristikos;
12. tirpalo cirkuliacijos kontrolė;
13. dažiklių suderinamumas;
14. laboratorinio dažymo recepto tikslumas;
15. laboratorinio dažymo recepto perskaičiavimas į gamybinį receptą [29].

Siekiant atpiginti tekstilės gaminio savikainą, reikia stengtis išvengti nereikalingų operacijų, kurios ne tik prailgina dažymo ir apdailos operacijas, užima įrengimus, bet ir eikvoja energetinius šaltinius. Mažinti tekstilės gaminių savikainą Europoje verčia tai, kad gamintojai iš Rytų šalių, tokie kaip Bangladešo tekstilės įmonės, gali pasiūlyti konkurencingai žemesnę kainą, bet siekiant pakartoti užsakymą, kol kas jie negali to padaryti, o ir transportavimo laikas yra ilgas [30].

Kai kurie aspektai ne visada priklauso nuo tekstilės gamintojo, labai svarbu yra stebėti ir sekti tai, ką tiekia dažiklių, chemijos ir žaliavų gamintojai, nes būna atvejų, kad tekstilės gaminiai dažosi ne taip, kaip prieš tai buvusios partijos, ne dėl gamybos procesų įtakos [31].

Analizė po kiekvienos nudažytos partijos yra būtina, kad būtų galima kontroliuoti defektų atsiradimo priežastis. Tik nuolatinės kontrolės būdu galima sumažinti išaugančią gaminio savikainą dėl atsiradusių defektų gamybos metu [31].

1.6. Naujas požiūris į ekologiją dažymo ir apdailos procesuose

Paskutiniu metu tekstilės pramonėje iškilo didelė suvartojamų ir netikslingai panaudojamų energetinių išteklių problema bei dideli kiekiai sunaudojamų neekologiškų dažiklių bei cheminių medžiagų. Gamyboje muilinimo ir plovimo procesų metu panaudoti nutekamieji vandenys gali būti antrą kartą panaudojami įrengimų valymui bei statinių, naudojamų gamyboje, plovimui. Pritaikius antrinį nuotekų panaudojimą, bendras vandens sunaudojimas gali sumažėti apie 35%, o cheminių medžiagų pakeitimas biologiškai skaidžiomis medžiagomis ir ne tokiomis toksiškomis, gali pagerinti įrenginių tarnavimo laiką, nes tekstilės įrenginiuose naudojama guma, dengianti velenėlius, greičiau dėvisi agresyvioje terpėje. Pakeitus chemines medžiagas biologiškai skaidžiomis, pagerėtų ir nutekamųjų vandenų kokybė [32].

Kalbant apie biologiškai skaidžias medžiagas, paskutiniaisiais metais populiarėja fermentų naudojimas gamyboje, pakeičiant jais įvairius ploviklius, reikalingus tekstilinių medžiagų minkštumui pagerinti. Fermentai naudojami žemoje temperatūroje, o aukštoje temperatūroje praranda savo efektyvumą, todėl po tokių medžiagų naudojimo nebereikia atlikti daug tekstilės medžiagų skalavimų, užtenka tik vieno skalavimo aukštoje temperatūroje. Gaila, bet šios medžiagos, kol kas tinkamos tik natūraliems ir dirbtiniams pluoštams [33].

Siekiant sumažinti cheminių medžiagų kiekius, patenkančius į nutekamuosius vandenius, pradėti kurti įvairūs dažikliai iš natūralių medžiagų, kadangi dažiklių naudojimas dideliais kiekiais labiausiai teršia nutekamuosius vandenius [34].

Buvo atlikta nemažai bandymų, kurių metu iš įvairiausių medžiagų bandyta sukurti dažiklius, skirtus natūralių ir sintetinių pluoštų dažymui. Vienas iš naujausių bandymų – dažikliai iš datulių kauliukų pudros [34]. Kitas bandymas – dažikliai iš pekano riešutų kevalų [35].

Deja, bet kol kas dažikliai iš natūralių medžiagų yra išbandyti tik laboratorijoje ir masinėje rinkoje nefigūruoja.

Apibendrinimas

Literatūroje aprašyti visų cheminių pluoštų, kurie naudoti projektuojamame audinyje (poliamido, poliesterio, viskozės, polipropileno, poliakrilnitrilo), gavybos būdai, cheminės ir mechaninės savybės, cheminė sudėtis, fizikinės savybės. Taip pat aprašomi šiems pluoštams taikomi apdailos būdai ir dažymo galimybės bei technologijos. Aprašyti rezultatai parodė, kad visi šie pluoštai pasižymi labai skirtingomis savybėmis ir dažymo bei baigiamosios apdailos operacijomis ir technologijomis. Todėl visų šių pluoštų derinimas viename gaminyje gali sukelti tam tikrų problemų ir būti sunkiai suderinamu, ypač siekiant išgauti vienspalvį kokybišką pamušalinį audinį, skirtą žieminių darbinių striukių pamušalams.

Taip pat aptartos fizinės audinių iš cheminių pluoštų savybės, tokios kaip spalvos atsparumas po buitinio skalavimo ir džiovavimo, spalvos atsparumai sausai ir šlapiai trintims, skalbimui, distiliuotam vandeniui ir prakaitui, apžvelgti standartai, taikomi šiems bandymams atlikti.

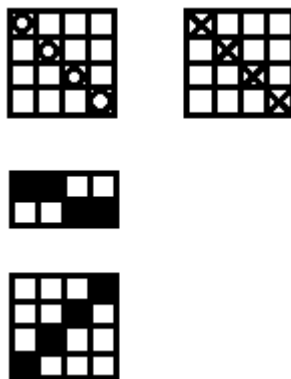
Kadangi tekstilės pramonė yra viena labiausiai orą ir gamtą teršiančių pramonės šakų, tai labai aktualia tema tampa ekologinės problemos bei jų sprendimo būdai, kurie taip pat yra aprašyti literatūros apžvalgoje. Apžvelgti pagrindiniai veiksniai, veikiantys tekstilės gaminių ekologiskumą, bei ieškoma būdų jį pagerinti. Vienas iš tokių būdų yra natūralių medžiagų, suteikiančių audiniui specifines savybes, naudojimas, kuris pakolkas yra dar labai brangus ir technologiškai sudėtingas.

Apžvelgus literatūrą matyti, kad pavienių cheminių pluoštų savybės bei baigiamoji apdaila ir dažymo technologijos jau yra išnagrinėtos ankstesnių autorių darbuose, tačiau derinant visus minėtus pluoštus viename gaminyje, gali iškilti tam tikrų sunkumų, kuriuos būtina išspręsti, norint nudažyti tokį daugiapluoštį audinį viena lygia spalva. Būtent šią problemą ir numatoma spręsti šiame darbe.

2. Metodinė dalis

2.1. Tyrimo objektas

Šiam tyrimui buvo pasirinktas elementariojo ruoželinio 1/3 pynimo pamušalinis audinys iš 5 skirtingų pluoštų: viskozinio, poliesterinio, poliamidinio, polipropileno, poliakrilnitrilinio. Iš viskozinio pluošto sudaryti metmenys, o iš visų likusių – ataudai. Užtaisymo brėžinys pateiktas 2.1 pav. Kiti audinio užtaisymo duomenys yra įmonės UAB „Liningas“ intelektinė nuosavybė, tačiau pagal sudarytą tyrimų eigą jie tyrimų rezultatams įtakos neturi.



2.1 pav. Tyrimo metu naudoto audinio užtaisymo brėžinys

Šiame darbe naudotas audinys buvo austas, visos reikalingos apdailos operacijos bei fizinių savybių tyrimai jam atlikti pamušalinių audinių įmonėje UAB „Liningas“.

Lyginamajai analizei buvo panaudoti ir tokių pačių struktūros parametrų grynpluoščiai audiniai iš poliamido, viskozės, poliesterio.

2.2. Apdailos operacijos

Nagrinėjant literatūrą apie skirtingus pluoštus ir jų apdailos technologijas, buvo nuspręsta sukurti apdailos gamybos technologiją, kuri būtų tinkama visiems 5 skirtingiems pluoštams.

Išaustas audinys, prieš atliekant apdailos operacijas, būna peržiūrimas ir suvyniojamas ant medinių velenų žalio audinio kontrolės skyriuje.

Pirmasis atliekamas žingsnis – žalio audinio gabalas pakraunamas nuo medinio veleno į aukštatemperatūrę veleninę dažymo mašiną Sung Moo CTS-B80-900 (Pietų Korėja). Pakrovus audinį į įrenginį, audiniui atliekama plovimo operacija, skirtingų pluoštų dažymo bei skalavimo operacijos, redukcinis valymas, tiesioginių dažų tvirtinimo operacija, ir audinys iškraunamas iš įrenginio ant kontaktinio veleno.

Kontaktinis velenas nuvežamas į elektromechaninio veikimo sukimosi stotelę, o vėliau džiovinimo-patinimo mašinoje Monforts Montex (Vokietija) audinys yra išdžiovinamas ir apretuojamas.

Paskutinis veiksmas, kuris atliekamas gamyboje – kalandravimas šaltu kalandru ANDRITZ Küsters (Vokietija), turinčiu veidrodinį paviršių, o šios operacijos metu yra iškerpamas 2 m ilgio pavyzdys per visą audinio plotį laboratoriniams tyrimams.

2.3. Reikalavimai ir nurodymai laboratoriniams bandymams

2.3.1. Tekstilė. Standartinė kondicionavimo ir bandymo aplinka (ISO 139:2005)

Audinio bandiniai, prieš atliekant eksperimentinius bandymus, yra mažiausiai parą kondicionuojami standartinėse klimato sąlygose. Standartinė oro temperatūra turi būti $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, o drėgmės kiekis ore $65,0\pm 4\%$, taip pat alternatyvi oro temperatūra pripažįstama ir $23\pm 2^{\circ}\text{C}$, o drėgmės kiekis ore $50\pm 4\%$ [36].

2.3.2. Audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydimui nustatymas (ISO 13936-2:2004)

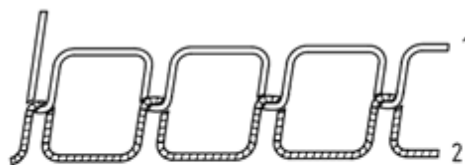
Ši standarto ISO 13936 dalis yra skirta nustatyti audinio siūlų sistemų atsparumą siūlės slydimui. Šis metodas tinka visiems drabužių ir pamušaliniams audiniams, tampriems audiniams (įskaitant tuos, kuriuose yra elastomerinių verpalų). Jis netinka pramoniniams audiniams, pvz. saugos diržams [37].

Tempimo bandymo mašina standarte yra apibūdinama kaip mašina, kurios vienas fiksuojamas yra pritvirtintas, o kitas juda viso bandymo metu [37].

Audinio juosta yra sulenkiama ir susiuvama per jos plotį. Audinio juostelė yra kerpama prie lenkimo vietos, įstatoma į spaustuvus ir veikianti jėga tiesiogiai veikia siūlę. Išmatuojamas siūlės tarpelis [37].

Bandyme naudojama tempimo mašina Zwick Roell Z2.5/TN1P (Vokietija).

Tempimo bandymo mašinos metrologinio patvirtinimo sistema turi atitikti ISO 10012 reikalavimus. Nurodytos arba užregistruotos didžiausios jėgos paklaida bet kuriame diapazono taške, kuriame mašina naudojama, neturi viršyti $\pm 1\%$, o nurodyto įrašyto spaustuvų atsidarymo paklaida neturi viršyti $\pm 1\text{mm}$. Jei jėgos registravimas gaunamas, naudojant duomenų rinkimo lentas ir programinę įrangą, duomenų rinkimo dažnis turi būti ne mažesnis kaip 8 s^{-1} . Mašina turi pastoviai fiksuoti tempimą, veikiant 50 mm/min , $\pm 10\%$ tikslumu. Spaustuvai mašinoje turi būti tokioje padėtyje, kad abiejų spaustuvų centriniai taškai būtų veikiami vienodos jėgos, o spaustuvai, veikiami jėgos, turi būti vienoje linijoje. Spaustuvai turi laikyti bandinį taip, kad jis nenuslystų ar nebūtų pažeistas. Spaustuvo paviršius turi būti lygus ir plokščias, išskyrus atvejus, kai bandinys negali būti įtvirtinamas su plokščiomis spaustuvo plokštelėmis. Tokiu atveju galima naudoti graviruotus ar gofruotus spaustuvus, kad būtų išvengta audinio slydimo. Kitos pagalbinės medžiagos, skirtos naudoti su lygiais arba gofruotais spaustuvais, siekiant pagerinti mėginių prispaudimą, yra: popierius, oda, plastikas arba guma. Bandomojo audinio plotas turi būti $25\pm 1\text{ mm} \times 25\pm 1\text{ mm}$ [37]. Įranga bandinių ruošimui: elektrinio veikimo siuvimo mašina Brother DB2-B755-3 (Japonija), viena adata, pėdelė, galinti sudaryti 301 dygsnio tipą, kuris aprašytas ISO 4915: 1991 [37].



1- siūlas išeinantis iš adatos

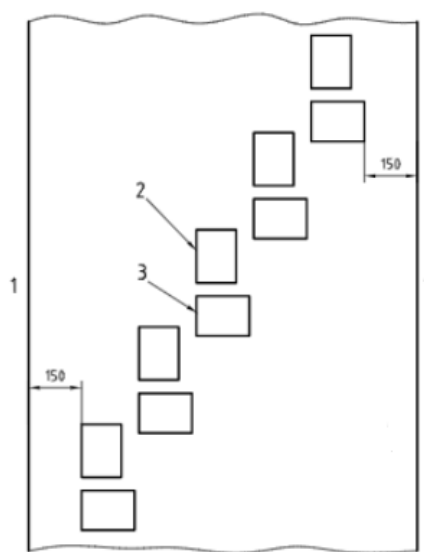
2- siūlas išeinantis iš ritės

2.2 pav. Siūlės, naudojamos bandinių siuvimui, schema [10]

Šis dygsnio tipas suformuojamas dviem siūlais: numeriu 1 pažymėtas 2.2 pav. siūlas, išeinantis iš adatos, ir numeriu 2 pažymėtas 2.2 pav. siūlas, išeinantis iš ritės. Siūlo, pažymėto numeriu 1 2.2 pav., kilpa pernešama per medžiagą ir yra perlenkiama su siūlu, pažymėtu 2.2 pav. numeriu 2, kitoje pusėje. Siūlas, pažymėtas 2.2 pav. numeriu 1, ištraukiamas atgal, kad susipynimas atsidurtų tarp susiuvimo medžiagos paviršių [37].

Kondicionavimo ir bandymo atmosfera turi būti tokia, kaip apibrėžta ISO 139 standarte [36].

Bandinių paruošimas. Iškerpami penki stačiakampiai 200 mm ilgio ir 100 mm pločio bandiniai, kurių ilgosios pusės yra lygiagrečios audinio ataudams. Taip pat iškerpami penki bandiniai, kurių ilgosios pusės yra lygiagrečios audinio metmenims. Nė vienas bandinys neturi būti išpjautas 150 mm atstumu nuo audinio kraštų. Bandinių ruošimo schema pavaizduota 2.3 pav. Bet kuriai penkių bandinių grupei negalima naudoti tų pačių metmenų ar ataudų audinio gabale. Bandiniai perlenkiami perpus ir susiuvami siūle lygiagrečiai kraštams 20 mm atstumu nuo atlenkimo vietos [37].

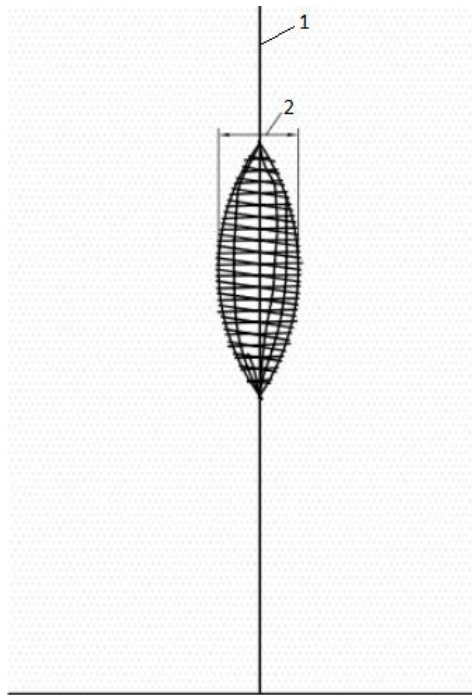


- 1- audinio kraštai;
- 2- bandinys metmenų kryptimi;
- 3- bandinys ataudų kryptimi;

2.3 pav. Bandinių paruošimo schema [37]

Bandymo procedūra. Tempimo įrenginio tvirtinimo spaustuvai nustatomi 100 ± 1 mm atstumu vienas nuo kito. Jie turi būti tinkamai suderinti ir stovėti lygiagrečioje pozicijoje. Bandinys simetriškai užfiksuojamas spaustuose taip, kad siūlė būtų viduryje tarp abiejų spaustu. Palaipsniui didinama bandinio tempimo apkrova, esant tinkamai jėgai, pastoviu 50 ± 5 mm/min tempimo greičiu [37].

Kai pasiekiamas didžiausia jėga, bandinio tempimo apkrova nedelsiant sumažinama iki 5 N, esant pastoviam 50 ± 5 mm/min tempimo greičiui. Nedelsiant išmatuojamas bandinio plotis siūlės tarpelio vietoje. Šis tarpelis išmatuojamas stačiu kampu ties siūle nuo vieno audinio krašto iki kito, kaip parodyta 2.4 pav. Ši procedūra pakartojama su likusiais bandiniais, kol gaunami penki atskiri rezultatai metmenų kryptimi ir penki ataudų kryptimi [37].



1- siūlė;
2- siūlės atsivėrimas;

2.4 pav. Siūlės tarpelio schema [37]

2.3.3. Audinių nusidažymo atsparumas buitiniam ir pramoniniam skalbimui (ISO 105-C06:2010)

Tekstilės pavyzdys, susiliečiantis su nurodytais papildomais audiniais, yra išplaunamas, išskalaujamas ir išdžiovinamas. Bandiniai plaunami atitinkamoje temperatūroje, šarminėje terpėje, balinimo ir abrazyvinių veiksmų sąlygomis taip, kad rezultatas būtų gaunamas per trumpą laiką. Su bandiniu susiūtų audinių spalvų pasikeitimai vertinami, lyginant su standartizuota pilkų atspalvių skale [38].

Bandymui naudojamas mechaninis įtaisas, sudarytas iš vonios, turinčios sukamąjį veleną, palaikančių nerūdijančio plieno talpyklų, kurių skersmuo 75 ± 5 mm ir aukštis 125 ± 10 mm, talpa 550 ± 50 ml; talpyklų dugnas nutolęs nuo veleno centro 45 ± 10 mm [38].

Veleno / talpyklos komplektas sukamas 40 ± 2 min⁻¹ dažniu. Vonioje esančio vandens temperatūra yra reguliuojama termostatu, kad tirpalo temperatūra būtų palaikoma $\pm 2^\circ\text{C}$ ribose [38].

Šiam testui turi būti paruošta mažiausiai 1 litro tūrio plovimo tirpalo, kurio sudėtis išvardinta 2.1 lentelėje. Dėl galimo plovimo tirpale esančių miltelių homogeniškumo ir skalbimui paruošto tirpalo sudėtyje esančios paviršinio aktyvumo medžiagos tirpale yra anijoninių, nedidelė dalis nejoninių medžiagų ir biologiškai skaidžių medžiagų [38].

2.1 lentelė. Skalavimo tirpalo standartinė sudėtis [38]

Kompozicija	Masės dalis, %
Linijinės alkilbensulfonato natrio druskos	18
Natrio aliuminio silikato kietosios medžiagos	25
Natrio karbonatas	18
Natrio silikato kietosios medžiagos	0,50
Natrio sulfatas	22,13
Polietilenglikolis	2,76
Natrio poliakrilatas	3,50
Silikoninis nuputintojas	0,04
Drėgmė	10
Kitos medžiagos (nesuregavę paviršinio aktyvumo medžiagų likučiai)	0,07
Viso:	100

Šalyse, kuriose perboratai naudojami skalvimui, galima naudoti ECE etaloninį ploviklį, skirtą spalvų atsparumo bei optinio balinimo bandymams. ECE ploviklio su fosfatais sudėtis pateikta 2.2 lentelėje [38].

2.2 lentelė. ECE ploviklio su fosfatais sudėtis [38]

Kompozicija	Masės dalis, %
Linijinis natrio alkilbensulfonatas (vidutinis alkano grandinės ilgis $C_{11,5}$)	8,0±0,02
Etoksilintas riebalų alkoholis (14EO)	2,9±0,02
Natrio muilas, grandinės ilgis C_{12} - C_{16} ; 13% iki 26% C_{18} - C_{22} ; 74% iki 87%	3,5±0,02
Natrio tripolifosfatas	43,7±0,02
Natrio silikatas ($SiO_2:Na_2O=3,3:1$)	7,5±0,02
Magnio silikatas	1,9±0,02
Karboksimetilceliuliozė	1,2±0,02
Etilendiaminetraacto rūgštis	0,2±0,02
Natrio sulfatas	21,2±0,02
Vanduo	9,9±0,02
Viso:	100

pH vertės ir turimo chloro kiekio natrio hipochlorito ($NaOCl$) tirpaluose, svyruoja nuo pH 9,8 iki 12,8, o C_{12} kiekis – nuo 40 g/l iki 160 g/l. Chloro kiekis turi būti nustatytas prieš naudojimą ir rekomenduojamas toks metodas: į kūginę kolbą įpilama 1,00 ml natrio hipochlorito tirpalo, ir praskiedžiama 3 dalimis vandens iki 100 ml. Įpilama 20 ml 294 g/l sieros rūgšties (H_2SO_4) tirpalo ir 6 ml 120 g/l kalio jodido (KI) tirpalo. Titruojama standartiniu natrio tiosulfato tirpalu, $c(Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O) = 0,1 \text{ mol/l}$ [38].

Turimas chloro (Cl_2) kiekis nurodomas masės procentais pagal formulę:

$$\frac{V \times c \times 0,0355}{V_0 \times \rho_0} \times 100$$

čia V_0 – natrio hipochlorito tirpalo tūris, mm;

ρ_0 – natrio hipochlorito tirpalo tankis, g/ml;

V – yra naudojamas natrio tiosulfato tirpalo tūris, ml³;

c – cheminės medžiagos koncentracijos kiekis moliais natrio tiosulfato tirpalo litre [38].

Bandiniai šiam bandymui gali būti ruošiami dviem būdais:

a) testuojamo audinio mėginys, kurio matmenys 100±2 mm × 40±2 mm, susiuvamas su daugiapluoščiu audiniu, kurio matmenys 100±2 mm × 40±2 mm, siuvant vieną trumpesnę kraštą.

b) testuojamo audinio mėginys, kurio matmenys 100±2 mm × 40±2 mm, pritvirtinamas tarp dviejų atskirų daugiapluoščių audinių, susiuvant vieną iš trumpesnių kraštų [38].

Plovimo skystis ruošiamas, ištirpinant 4 g ploviklio vienam litrai vandens. Prieš matuojant pH, tirpalas turi būti atšaldomas iki 20°C. Atliekant bandymus, kuriuose naudojamas perboratas, ruošiamas ne aukštesnėje kaip 60°C temperatūroje ne ilgiau kaip 30 min [38].

2.3 lentelėje A1S bandymo numeriu aprašytas reikiamas režimas šiam bandymui atlikti.

2.3 lentelė. Audinių nusidažymo atsparumas buitiniam ir pramoniniam skalbimui režimais [38]

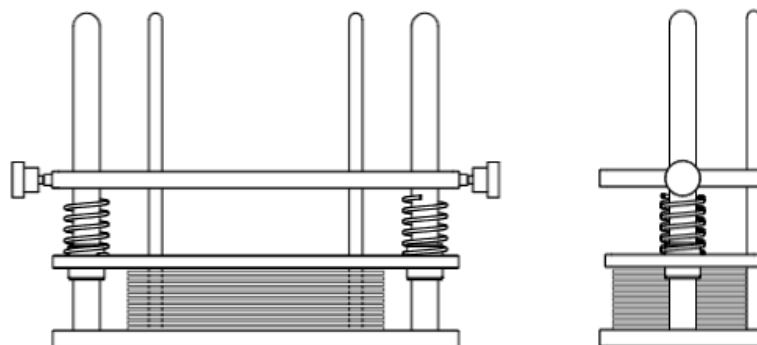
Bandyimo numeris	Temperatūra, °C	Tirpalo kiekis, ml	Leistinas chloro kiekis, %	Natrio perboratas, %	Laikas, min	Plieninių rutuliukų kiekis	Pritaikytas pH
A1S	40	150	Nėra	Nėra	30	10	Nepritaikyta
A1M	40	150	Nėra	Nėra	45	10	Nepritaikyta
A2S	40	150	Nėra	1	30	10	Nepritaikyta
B1S	50	150	Nėra	Nėra	30	25	Nepritaikyta
B1M	50	150	Nėra	Nėra	45	50	Nepritaikyta
B2S	50	150	Nėra	1	30	25	Nepritaikyta
C1S	60	50	Nėra	Nėra	30	25	10,5±0,1
C1M	60	50	Nėra	Nėra	45	50	10,5±0,1
C2S	60	50	Nėra	1	30	25	10,5±0,1
D1S	70	50	Nėra	Nėra	30	25	10,5±0,1
D1M	70	50	Nėra	Nėra	45	100	10,5±0,1
D2S	70	50	Nėra	1	30	25	10,5±0,1
D3S	70	50	0,015	Nėra	30	25	10,5±0,1
D3M	70	50	0,015	Nėra	45	100	10,5±0,1
E1S	95	50	Nėra	Nėra	30	25	10,5±0,1
E2S	95	50	Nėra	1	30	25	10,5±0,1

Į kiekvieną nerūdijančio plieno talpyklą įpilamas nurodytas 2.3 lentelėje skalbimo tirpalo kiekis. Sureguliuojama skysčio temperatūra iki nurodytos 2.3 lentelėje temperatūros ±2°C ir mėginys įdedamas į talpyklą. Talpykla uždaroma ir mašina nustatoma 2.3 lentelėje nurodytam laikui [38].

Visų bandymų metu mėginiai skalaujami du kartus po 1 min. Skalaunama dviejose atskirose 100 ml vandens talpose 40°C temperatūroje. Kiekvienas bandinys turi būti apdorojamas 100 ml rūgštiniu reagentu 1 min 30°C temperatūroje. Po to kiekvienas bandinys 1 min skalaujamas 100ml vandens 30°C temperatūroje [38].

2.3.4. Audinių spalvos atsparumas prakaitui (ISO 105-E04:2013)

Bandymui naudojami įtaisai (2.5 pav.), kurių kiekvienas sudarytas iš nerūdijančio plieno rėmo. Į jį įdedami maždaug 5 kg masės bandiniai, kurių matmenys yra 60 mm × 115 mm. Bandiniai spaudžiami 12,5±0,9 kPa jėga. Bandiniai, kurių matmenys 40±2 mm × 100±2 mm, išprausti tarp stiklo arba akrilinės dervos plokštelių, kurios yra maždaug 60 mm × 115 mm × 1,5 mm. Bandymo įtaisas yra sukonstruotas taip, kad, jei svoris būtų nuimamas bandant, bandinys išliktų nepakitęs [39].



2.5 pav. Bandymo įrenginio schema [39]

Jei bandinio matmenys yra kitokio dydžio negu 40±2 mm × 100±2 mm, naudojamas svoris turi būti toks, kad bandinio slėgis būtų 12,5±0,9 kPa. Gali būti naudojami kiti prietaisai, jei gaunami lygiaverčiai rezultatai [39].

Bandiniams džiovinti naudojama orkaitė, kurioje palaikoma 37±2°C temperatūra [39].

Šarminis tirpalas šviežiai paruošiamas, naudojant 3 dalis vandens 1 litrui tirpalo, vanduo turi atitikti ISO 3696 standartą [39]. Tirpalą sudaro:

- 0,5g L-histidino monohidrochlorido monohidrato ($C_6H_9O_2 \cdot HCl \cdot H_2O$);
- 5g natrio chlorido (NaCl);
- 5g dinatrio vandenilio ortofosfato dodekahidrato ($Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$) arba
- 2,5g dinatrio vandenilio ortofosfato dihidrato ($Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$).

Tirpalo pH turi būti 8±0,2 su 0,1 mol/l natrio hidroksido tirpalu.

Rūgštinis tirpalas šviežiai paruošiamas, naudojant 3 dalis vandens 1 litrui tirpalo. Vanduo turi atitikti ISO 3696 standartą [39]. Tirpalo sudėtis:

- 0,5g L-histidino monohidrochlorido monohidrato ($C_6H_9O_2 \cdot HCl \cdot H_2O$);
- 5 g natrio chlorido (NaCl);
- 2,2g natrio dihidrogenortofosfato dihidrato ($NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$).

Tirpalo pH turi būti 5,5±0,2 su 0,1 mol/l natrio hidroksido tirpalu.

Bandinys, kurio matmenys 40±2 mm × 100±2 mm, susiuvamas su daugiapluoščiu audiniu, kurio matmenys taip pat 40±2 mm × 100±2 mm, siuvant vieną iš trumpesnių pusių [39].

Paruoštas bandinys įdedamas į talpą plokščiu dugnu ir užpilamas šarminiu tirpalu, esant apytiksliam santykiui 50:1. Bandinys švelniai sudrėkinamas, esant pH 8±0,2, ir paliekamas tirpale kambario temperatūroje (~20°C) 30 min. Periodiškai bandinys paspaudžiamas ir apverčiamas tirpale, kad būtų užtikrintas geras ir vienodas skysčio išsiskverbimas. Tirpalas išpilamas ir mėginys nusausinamas, išspaudžiant jį tarp dviejų stiklinių strypų. Bandinys įdedamas tarp stiklo arba akrilo plokštelių, esant 12,5±0,9 kPa slėgiui. Bandinys įdedamas į bandymo įtaisą, kuris pašildytas iki bandymo temperatūros. Ta pačia tvarka bandinys sudrėkinamas rūgštiniame tirpale, esant pH

5,5±0,2, ir tada bandinys tarp stiklo ar akrilo plokštelių įdedamas į atskirą talpą iš anksto pašildytame bandymo įrenginyje. Bandomasis įtaisas, kuriame yra bandinys, įdedamas į orkaitę 4 val. 37±2°C temperatūroje. Bandiniai turi būti horizontalioje pozicijoje. Atidaromas kiekvienas kompozitinis mėginys ir išdžiovinamas, pakabinant ore ir esant ne aukštesnei kaip 60°C temperatūrai. Įvertinamas kiekvieno mėginio spalvos pasikeitimas ant daugiapluoštės medžiagos ir gauti rezultai lyginami su standartizuota pilkų atspalvių skale [39].

2.3.5. Buitinio skalbimo ir džiovinimo procedūros bandant tekstilę (ISO 6330:2012)

Šis tarptautinis standartas nustato buitines skalbimo ir džiovinimo procedūras tekstilės bandymams. Mėginys plaunamas automatinė skalbimo mašina ir išdžiovinamas pagal nustatytas procedūras. Vandens kietumas turi būti žemesnis negu 0,7 mmol/l kalcio karbonato. Vandens temperatūra skalbimo mašinoje turi būti 20±5°C, o vandens spaudimas – didenis negu 150 kPa [40].

Pirmiausia iš testuojamo audinio iškerpami du bandiniai, kurių matmenys atitinka specialios šiam bandymui skirtos matavimo lentos matmenis, ir joje esnčiose išpjovose pažymimas audinys. Tada vienas bandinys įdedamas į skalbimui skirtą tinklėlį ir dedamas į skalbimo mašiną, į kurią įpilama 66±1 g skalbimo priemonių. Tirpalo sudėtis aprašyta 2.2 lentelėje. Skalbimo mašina nustatoma pagal pateiktus 2.5 lentelėje parametrus. Baigus skalbimo procesą, audinys padžiaunamas ir, kai visiškai išdžiūsta natūraliomis sąlygomis, matuojama bandinio santrauka [40].

Antrasis iškirptas bandinys yra garinamas prese, 3 kartus keičiant jo poziciją. Po garinimo paliekamas atsistovėti kondicinėse sąlygose ir po 4 valandų matuojamas bandinio pokytis [40].

2.4 lentelė. Skalbimo mašinų specifikacija, skirta buitinio skalbimo bandymui [40]

Poziciniai elementai	Dalys	Detalės	Specifikacijos skalbimo mašinoms, pagamintoms po 2002 m.	Specifikacijos skalbimo mašinoms, pagamintoms iki 2002 m.	
Vidinis būgnas	Skersmuo		(520±1) mm	(515±5) mm	
	Gylis		(315±1) mm	(335±5) mm	
	Grynasis tūris		61 l	65 l	
	Kėlimo mentės	Numeris		3	3
		Aukštis		(53±1) mm	(53±5) mm
		Ilgis			
	Atstumai		120°C	120°C	
Išorinis būgnas	Skersmuo		(554±1) mm	(575±5) mm	
Būgno greitis	Skalbimas	Su apkrova ir vandeniu	(52±1) min ⁻¹	(52±1) min ⁻¹	
	Hidroekstrakcija	Silpniausias sukimas	(500±20) min ⁻¹	(500±20) min ⁻¹	
		Stipriausias sukimas	(800±20) min ⁻¹	(800±20) min ⁻¹	
Kaitinimo sistema	Kaitinimo energija		5,4 kW±2%	5,4 kW±2%	
	Termostatas	Kontroliuojama	Kontroliuojama		
		Temperatūros kėlimo išjungimo		±1°C	±1°C

		tikslumas		
		Temperatūros kėlimo įjungimo tikslumas	≤4°C	≤4°C
Sukimasis	Normaliai įjungta Normaliai išjungta	Laikmačio intervalo tolerancija	(12±0,1) s (3±0,1) s	(12±0,1) s (3±0,1) s
	Švelniai įjungta Švelniai išjungta	Laikmačio intervalo tolerancija	(8±0,1) s (7±0,1) s	(8±0,1) s (7±0,1) s
	Labai švelniai įjungta Labai švelniai išjungta	Laikmačio intervalo tolerancija	(3±0,1) s (12±0,1) s	(3±0,1) s (12±0,1) s
Vandens sistema	Šalto vandens tiekimas	Srautas Temperatūra	(20±2) l/min (20±5)°C	(16±2) l/min (20±5)°C
	Vandens lygio reguliavimas	Žingsnio dydis	≤3 mm	≤3 mm
		Pasikartojimas	±5 mm (±1 l)	±5 mm (±1 l)
	Išleidimo sistema	Išleidimo vožtuvas	>30 l/min	>30 l/min

2.5 lentelė. Naudojamo ploviklio sudėtis buitinio skalbimo bandymui [40]

Kompozicija	Masės dalis, %
Linijinis natrio alkilbensulfonatas, natrio druska	18,79±1,0
Natrio aliuminio silikato kietosios medžiagos	27,91±1,5
Natrio karbonatas	16,56±0,8
Natrio silikato kietosios medžiagos	0,58±0,03
Natrio sulfatas	22,51±1,2
Polietinolglikolis	2,14±0,1
Natrio poliakrilatas	3,70±0,2
Silikoninis putų slopintojas	0,38±0,02
Drėgmė	7,22±0,4
Kitos medžiagos (nesuregavę paviršinio aktyvumo medžiagų likučiai)	0,07
Viso:	100

2.3.6. Spalvos atsparumas trinčiai (ISO 105-X12:2016)

Tekstilinis bandinys yra trinamas specialiai trynimui skirtais medvilniniais audiniais: sausu ir sudrėkintu [41].

Bandymui naudojamas įrenginys, skirtas spalvų atsparumui trinčiai patikrinti, trinant bandinį viena linija, ir medvilninis audinys, išbalintas be apdailos, supjaustytas į 50±2 mm dydžio kvadratus [41].

Bandymo įrenginio pagrindinė dalis, kuri atlieka trynimo procesą, yra cilindras, kurio skersmuo 16±0,1 mm. Jo judėjimo trajektorija yra tiesi linija, kurios plotis – 104±3 mm. Cilindras prispaudžia trinamąjį audinį 9±0,2 N jėga. Įrenginio cilindras juda pirmyn ir atgal [41].

Ant bandymo įrenginio cilindro uždedamas ir pritvirtinamas trynimui skirtas balintas medvilninis audinys. Įrenginiu atliekama 10 ciklų, 1 ciklo/s greičiu su sausu medvilniniu audiniu, skirtu šiam testui atlikti. Vėliau tas pats pakartojama su sudrėkintu distiliuotu vandeniu medvilniniu audiniu, skirtu šiam testui atlikti [41].

Šio testo rezultatai yra vertinami, kai medvilniniai audiniai, skirti testavimui, paliekami kondicinėse salygoose, kol natūraliai išdžiūsta sudrėkintas testavimo audinys po trynimo. Bandymo rezultatai vertinami pagal standartizuotą pilkų atspalvių skalę [41].

2.3.7. Spalvos atsparumas vandeniui (ISO 105-E01:2013)

Bandinys, kurio matmenys 40 ± 2 mm \times 100 ± 2 mm, susiuvamas su tokių pačių matmenų daugiapluoščiu audiniu, siuvant vieną iš trumpesnių pusių. Bandiniai sudedami į talpyklas plokščiu dugnu, ir į jas įpilamas trečdalis kambario temperatūros vandens. Bandinys švelniai sudrėkinamas ir paliekamas tirpale kambario temperatūroje ($\sim 20^{\circ}\text{C}$) 30 min. Periodiškai bandinys paspaudžiamas ir apverčiamas tirpale, kad būtų užtikrintas geras ir vienodas skysčio įsiskverbimas. Išpilamas tirpalas ir nusausinamas mėginys, išspaudžiant jį tarp dviejų stiklinių strypų. Bandinys įdedamas tarp stiklo arba akrilo plokštelių, esant $12,5\pm 0,9$ kPa slėgiui, bandinys įdedamas į bandymo įtaisą, pašildytą iki bandymo temperatūros. Bandomasis įtaisas, kuriame yra bandinys, įdedamas į orkaitę 4 val. $37 (\pm 2)^{\circ}\text{C}$ temperatūroje, bandiniai turi būti horizontalioje pozicijoje. Atidaromas kiekvienas kompozitinis mėginys ir išdžiovinamas, pakabinant ore ir esant ne aukštesnei kaip 60°C temperatūrai. Įvertinamas kiekvieno mėginio spalvos pasikeitimas ant daugiapluoštės medžiagos ir gauti rezultatai lyginami su standartizuota pilkų atspalvių skale [42].

3. Tyrimų rezultatai

3.1. Pamušalinio daugiapluoščio audinio pluoštinės sudėties pagrindimas

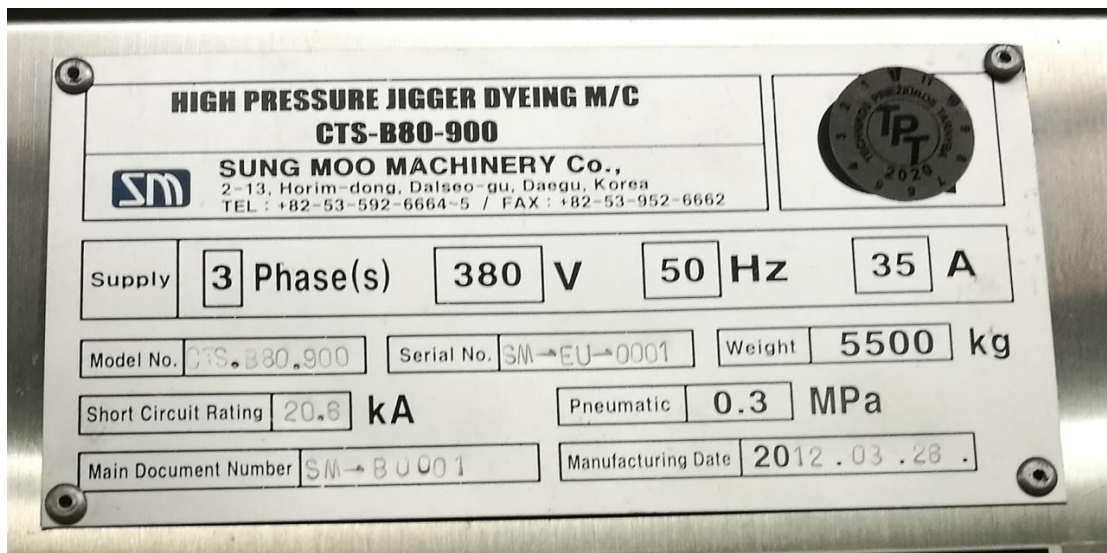
Darbo metu suprojektuotam audiniui buvo panaudoti net penki skirtingi cheminiai pluoštai, nes kiekvienas iš panaudotų pluoštų pasižymi tam tikromis savybėmis, reikalingomis žieminėms darbinėms striukėms, kurios turėtų būti vilkimos dirbant prie ypatingai žemų temperatūrų. Pavyzdžiui, viskozės pluoštas turėtų suteikti audiniui drėgmės absorbciją; poliakrilnitrilinis pluoštas turėtų laikyti kūno šilumą; poliamidinis pluoštas naudojamas gaminio stiprumui padidinti; poliesterinis pluoštas naudojamas dėl matmenų stabilumo ir atsparumo įvairiems cheminiams dirgikliams; polipropileninis pluoštas naudojamas dėl slidesnio paviršiaus savybių.

3.2. Pamušalinio audinio apdailos technologinės eigos sudarymas

Pagrindinis šio darbo tikslas – sukurti dažymo ir baigiamosios apdailos procesų technologiją daugiapluoščiam pamušaliniam audiniui. Labai svarbus momentas prieš dažant audinį yra tai, kad reikia labai gerai jį išplauti ir pašalinti visą glitą iš metmenų bei įvairius riebiuklius, naudotus ataudų siūlams. Blogai išplautos iš audinio šalutinės medžiagos dažymo procese gali daryti neigiamą įtaką nusidažymo kokybei – gali gautis netolygus audinio atspalvis, arba susijungus dažikliams su kitomis dažymo metu naudojamomis medžiagomis, susidaryti įvairūs dariniai, primenantys riebalinės kilmės dėmes. Taip pat jeigu riebiuklių sudėtyje yra akrilatų, plovimo metu jie nepasišalina, ir audinys net po daugybės operacijų išlieka standus ir šiurkštus, o tai yra neigiama savybė pamušaliniams audiniams.



3.6pav. Aukštatemperatūre veleninė mašina Sung Moo CTS- B80-900



3.7 pav. Aukštatemperatūrės veleninės mašinos Sung Moo CTS- B80-900 specifikacinė lentelė

Plovimo operacija pradedama, prileidžiant aukštatemperatūrės veleninės mašinos Sung Moo CTS-B80-900 vonią. Vieną audinio juostą praleidus pro 50°C temperatūros vandenį, audinys suvilgomas. Nusiplauna prie audinio prikibusios dulkės, nešvarumai ir pūkai. Vanduo išleidžiamas į nutekamuosius vandenį ir vonia pripildoma naujo vandens. Įpilama 2 g/l koncentruotos paviršių aktyvinančios medžiagos ir 1,1 g/l ištirpintos kalcinuotos sodos.

Tuo momentu, kai keliama tirpalo temperatūra iki 90°C, pamatuojama pH vertė (šiuo atveju tirpalo terpė turi būti šarminė – pH ~11). Esant tinkamai terpei, audinys 3 kartus praleidžiamas pro tirpalą. Juostos sukimosi greitis, praleidžiant pro tirpalą, prikauso nuo audinio juostos, susuktos į veleną, skersmens dydžio ir audinio paviršinio tankio. Kuo didesnis velenas, tuo didesnis reikalingas greitis, o kadangi šiuo atveju buvo naudojamas mažo skersmens velenas, tai sukimosi greitis buvo 60 m/min. Tris kartus praleidus audinį pro tirpalą, vonios turinys išleidžiamas į nutekamuosius vandenį.

Prileidžiama naujo vandens vonia ir pradedamas audinio skalavimas. Vandens temperatūra keliama iki 50 °C ir audinys vieną kartą praleidžiamas pro vandenį. Vonia išleidžiama ir vėl pripildžius ją naujai, temperatūra vėl keliama iki 50°C, audinys dar kartą praleidžiamas pro vonią. Tirpalas išleidžiamas ir, jeigu viskas tinkamai atlikta, galima pradėti dažymo procesą.

Jeigu audinys gerai neišsiskalavo dėl žmogiškosios klaidos, tokios kaip per daug įpilta paviršių aktyvinančios medžiagos ar sodos, arba buvo pasirinktas per didelis greitis ir vanduo jau po skalavimo putoja, būtina atlikti papildomus skalavimus. Po kruopštaus plovimo ir skalavimo galima pradėti poliesterinio ir poliamidinio pluoštų dažymą.

Poliesterinis, poliamidinis ir poliakrilnitrilis pluoštai dažomi juoda spalva 135°C temperatūroje. Dažymo vonia pripildoma iki 200 litrų vandens ir temperatūra keliama iki 70°C, į vonią suleidžiama 1/2 cheminių medžiagų tirpalo ir 1/2 dažų tirpalo. Dažymo procese yra naudojama 0,8% nuo audinio svorio juodų dispersinių dažiklių, 1 g/l dispergiklio ir 0,6 g/l dispersinio dažiklio tvirtiklio.

Audinys vieną kartą praleidžiamas pro tirpalą 70°C temperatūroje ir, įvedus likusius chemikalus ir likusį dažų tirpalą, audinys dar kartą praleidžiamas pro tirpalą 70°C temperatūroje. Matuojamas tirpalo pH. Norint gerai nudažyti poliesterį ir poliamidą, reikalinga rūgštinė terpė, bet norint nepakenkti viskoziniam pluoštui, pH negali būti žemesnis negu 4,5. Esant tinkamam rūgštingumui, temperatūra keliama iki 90°C ir audinys du kartus praleidžiamas pro tirpalą.

Poliesterio dažymas reikalauja aukštos temperatūros, todėl aukštatemperatūrinės veleninės dažymo mašinos Sung Moo CTS- B80-900 dangtis užsidaro, slėgis pakeliamas iki 2,5 bar ir temperatūra keliama iki 110°C, audinys dar du kartus praleidžiamas pro tirpalą. Temperatūra keliama iki 135°C ir audinys 4 kartus praleidžiamas pro tirpalą. Iš karto užkėlus temperatūrą iki 135°C ir nepraleidus audinio 110°C temperatūroje, yra galimybė, kad audinys gali netolygiai nusidažyti arba santraukos metu gali susidaryti išliekamieji lužiai. Dėl to audinys iš pradžių leidžiamas žemesnėje temperatūroje, o ne iš karto aukštoje, siekiant sutrumpinti dažymo trukmę.

Norint atidaryti įrenginį, tirpalas yra aušinamas iki 50°C laipsnių temperatūros, o slėgis sumažinamas iki 0 bar. Ataušintame tirpale iki 50°C, audinys vieną kartą praleidžiamas pro tirpalą.

Siekiant įsitikinti, ar audinio spalva gera, prie skirtingų audinio gabalų susiuvimo vietos yra kerpamas 5 cm pločio ir 15 cm ilgio pavyzdėlis, o jeigu velenas yra iš vieno audinio gabalo (šio bandymo atveju), pavyzdys kerpamas toliau nuo juostos galo.

Kol tikrinamas pavyzdys, audinys negali būti nejudančioje pozicijoje, kad dažų tirpalas nesubėgtų į vieną vietą, todėl yra ypač svarbu, kad iškirpus pavyzdėlį būtų pradėtas audinio siūbavimas. Subėgus tirpalui į vieną audinio vietą ir vėl pradėjus audinį leisti, dėl skirtingo tirpalo svorio pasiskirstymo audinyje gali atsirasti sutampymai arba raukšlės.

Nusprendus, kad audinys yra gerai nudažytas, pradedamas skalavimas, o tai reiškia, kad visas buvęs tirpalas vonioje yra išleidžiamas į nutekamuosius vandenį, vonia pripildoma 300 litrų naujo vandens, vandens temperatūra yra užkeliama iki 50°C, audinys vieną kartą praleidžiamas pro vandenį, vanduo išleidžiamas ir vėl prileidus naują vandenį temperatūra keliama iki 50°C laipsnių ir audinys dar kartą praleidžiamas pro vandenį, vanduo iš vonelės išleidžiamas į nutekamuosius vandenį.



3.8 pav. Aukštatemperatūrės veleninės mašinos Sung Moo CTS- B80-900 slėgio parametrai dažymo metu

Atliekant skalavimus, vanduo yra leidžiamas su pulsacija – dalis tirpalo išleidžiama į nutekamuosius vandenį, o trūkumas užpildomas nauju švairiu vandeniu, taip siekiama užtikrinti kuo veiksmingesnį audinio skalavimą.

Net ir gerai nuskalavus audinį, būtina atlikti redukcinį valymą, kad būtų pagerinti spalvos atsparumai šlapiam ir sausam trinčiam, skalbimui, atsparumui prakaitui ir distiliuotam vandeniui. Įrenginio vonia prileidžiama 300 litrų vandens ir temperatūra yra keliama iki 80°C, įvedama 1/2 chemikalų tirpalo, į kurį įeina 10 g/l hidrosulfito ir 5 g/l ištirpintos vandenyje kalcinuotos sodos. Audinys vieną kartą praleidžiamas pro tirpalą ir, suleidus į vonią likusį tirpalą, audinys dar vieną kartą praleidžiamas pro 80°C temperatūros tirpalą. Po 2 praleidimų tirpalas yra išleidžiamas į nutekamuosius vandenį ir, prileidus naują 300 litrų vonią, audinys vieną kartą praleidžiamas pro vonią, užkėlus vandens temperatūrą iki 50°C. Vonios turinys išleidžiamas į nutekamuosius vandenį.

Po redukcinio valymo audinys yra šarminės terpės, ir būtina jį neutralizuoti. Vonia pripildoma 300 litrų vandens, temperatūra pakeliama iki 40°C ir įvedama 1/2 acto rūgšties ir vandens tirpalo (naudojamas 0,5 g/l 84% koncentracijos acto rūgšties tirpalas), audinys vieną kartą praleidžiamas pro tirpalą. Suleidus į vonią likusią dalį tirpalo, audinys dar vieną kartą praleidžiamas ir visas tirpalas išleidžiamas į nutekamuosius vandenis, o vonia užpildoma nauju vandeniu, bet šį kartą temperatūra nekeliama ir audinys vieną kartą praleidžiamas pro šaltą vandenį.

Neiškraunant iš aukštatemperatūrinės veleninės dažymo mašinos, 95°C temperatūroje juoda spalva tiesioginiais dažikliais dažomas viskozinis pluoštas.

Vonia prileidžiama 400 litrų vandens, įleidžiama į vonią 1/2 dažų tirpalo, o įrenginio operatorius supila 1/2 reikiamo kiekio NaCl (druskos). Temperatūra keliama iki 95°C temperatūros ir audinys vieną kartą praleidžiamas pro tirpalą. Naudojama 0,2% nuo audinio svorio oranžinių tiesioginių dažiklių, 0,162% nuo audinio svorio raudonų tiesioginių dažiklių, 1,3% nuo audinio svorio juodų tiesioginių dažiklių, 20 g/l NaCl (druskos) ir 0,5 g/l paviršių aktyvinančios medžiagos. Druska, dažant viskozinius pluoštus, yra reikalinga kaip elektrolitas. Supilama likusi dalis dažų tirpalo ir likęs kiekis NaCl (druskos), audinys penkis kartus praleidžiamas pro 95°C tirpalą.

Nustatytą kiekį audinio praleidus pro tirpalą, toje pačioje vietoje ir tokių pačių matmenų, kaip ir prieš tai, kerpamas pavyzdys. Jeigu spalvos intensyvumas ir atspalvis tenkina, audinys skalaujamas. Šiuo atveju tirpalas išleidžiamas į nutekamuosius vandenis, o vonia pripildoma 500 litrų švaraus vandens ir audinys vieną kartą praleidžiamas pro šaltą vandenį, vonia išleidžiama ir vėl pripildoma tokiu pat kiekiu vandens, bet šį kartą temperatūra yra keliama iki 50°C ir audinys praleidžiamas dar vieną kartą. Visas vanduo vėl išleidžiamas į nutekamuosius vandenis ir vonia vėl pripildoma 500 litrų vandens, o temperatūra keliama iki 50°C ir audinys dar vieną kartą praleidžiamas pro vandenį. Vanduo išleidžiamas į nutekamuosius vandenis ir pripildžius vonią naujai, temperatūra nekeliama ir audinys pro šaltą vandenį praleidžiamas vieną kartą. Tuomet vanduo vėl išleidžiamas į nutekamuosius vandenis.

Toks skalavimo metodas nėra ekonomiškąs, bet dažant tiesioginiais dažikliais, yra būtina labai gerai išskalauti audinį, nes po to būtų blogi spalvos atsparumai šlapiai trinčiai. Išleidus vandenį, operatorius kerpa pavyzdį toje pačioje vietoje ir tokio pat dydžio, kaip ir prieš tai buvusius, bet šį kartą tikrinama ne tik spalva, o taip pat ir spalvos atsparumai sausai ir šlapiai trinčiai.

Jeigu spalvos atsparumai trintims yra blogi, kartojami skalavimai, o jei ne, daromas viskozės tiesioginių dažiklių tvirtinimas, kuriame naudojama pagalbinė medžiaga, suteikianti atsparumą skalbimui, prakaitui ir distiliuotam vandeniui.

Vonia prileidžiama iki 400 litrų ir į 30°C temperatūros vandenį (šaltas vanduo) įleidžiama 1/2 chemikalų tirpalo (3% nuo audinio svorio tvirtinimo medžiagos) ir audinys vieną kartą praleidžiamas pro tirpalą. Įleidus likusią dalį tirpalo, audinys dar kartą praleidžiamas pro tos pačios temperatūros tirpalą. Iš vonios tirpalas išleidžiamas, o vietoj jo prileidžiamas švarus vanduo ir pro jį audinys praleidžiamas dar vieną kartą. Po to vanduo yra išleidžiamas į nutekamuosius vandenis.

Prieš iškraunant audinį iš aukštatemperatūrinės veleninės dažymo mašinos, iškerpamas toje pačioje vietoje ir tokio pat dydžio pavyzdys, skirtas patikrinti spalvos atsparumui sausai ir šlapiai trintims. Esant geriems rodikliams, audinys suvyniojamas ant kontaktinio veleno ir nustumiamas sukutis į mechaninio veikimo sukimosi stotelę, kol jį galės išdžiovinti ir atlikti galutinę apdailą. Audinys negali būti paliktas nesisukančioje padėtyje, kadangi jis yra šlapias, ir jeigu būtų paliktas nesisukančioje padėtyje, vanduo subėgtų į veleno apačią ir džiovavimo metu išvyniojant audinį, jis gali būti sutampomas, ir netolygus drėgmės kiekis audinyje reikštų netolygų išdžiovinimą ir nevienodas audinio savybes per visą audinio ilgį.

Džiovinama ir galutinė apdaila atliekama viena eiga džiovinimo-platinimo mašinoje Monforts Montex 110°C temperatūroje, audinį leidžiant 50 m/min greičiu, pirmojoje plusuotės vonelėje leidžiant tik vandenį, o antrojoje – apdailą suteikiančias medžiagas: 50 g/l siūlės atsparumą slydimui suteikiančią medžiagą, 30 g/l silikones minkštinamąsias medžiagas, 10 g/l medžiagas, reikalingas metmenų stabilizavimui, 15 g/l antistatinę apdailą suteikiančias medžiagas ir 1 g/l 84% koncentracijos acto rūgšties tirpalą. Apretūros tirpalui suteikiama rūgštinė terpė, nes visos naudojamos medžiagos veikia tik rūgštinėje ar silpnai rūgštinėje terpėje. Visos naudojamos medžiagos yra anijoninės arba nejoninės, kadangi sumaišius skirtingo joniškumo medžiagas, gali susidaryti įvairios dėmės, kurios net atliekant stiprius plovimus, nepašalinamos. Išeinančio iš džiovinimo-platinimo mašinos audinio drėgmė būna 9%.



3.9 pav. Audinio iškrovimas ant kontaktinio veleno iš aukštatemperatūrės veleninės mašinos Sung Moo CTS-B80-900



3.10 pav. Džiovinimo-platinimo mašina Monforts Montex

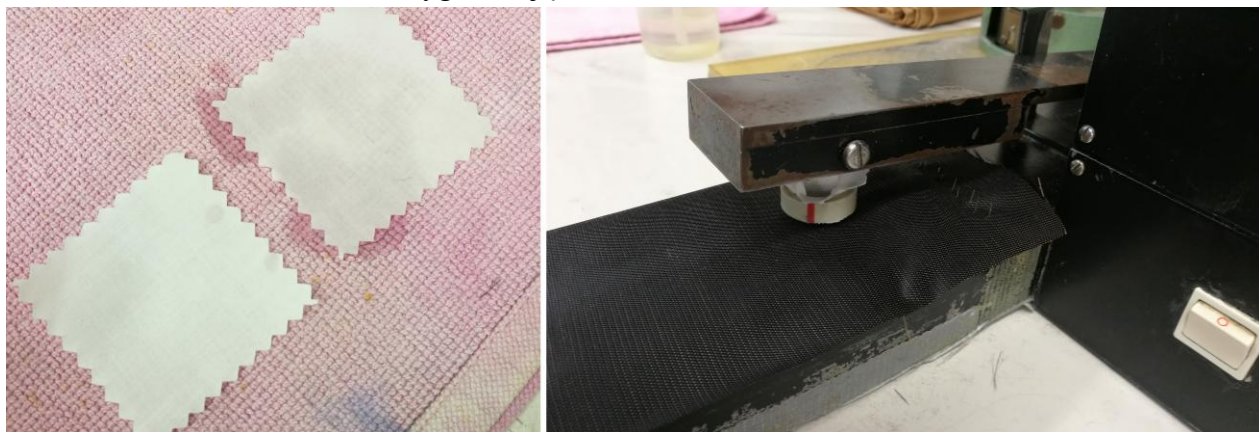
Paskutinė apdailos operacija – kalandravimas šaltu kalandru ANDRITZ Küsters, turinčiu veidrodinio paviršiaus kalandravimo veleną. Dauguma džiovinimo-platinimo mašinų turi integruotą kalandravimo veleną mašinos gale ir taip išvengiama vienos papildomos operacijos, bet šiuo atveju to nėra. Audinys kalandruojamas, siekiant suteikti audiniui glotnumą, blizgumą ir gerą prekinę išvaizdą. Kalandruojama, leidžiant audinį 80 m/min greičiu, laikant 100 bar slėgį. Kalandravimo metu ties audinio veleno viduriu yra kerpamas pavyzdys per visą audinio plotį, skirtą laboratoriniams tyrimams.

3.3. Juodai dažyto pamušalinio audinio fizinių savybių tyrimas

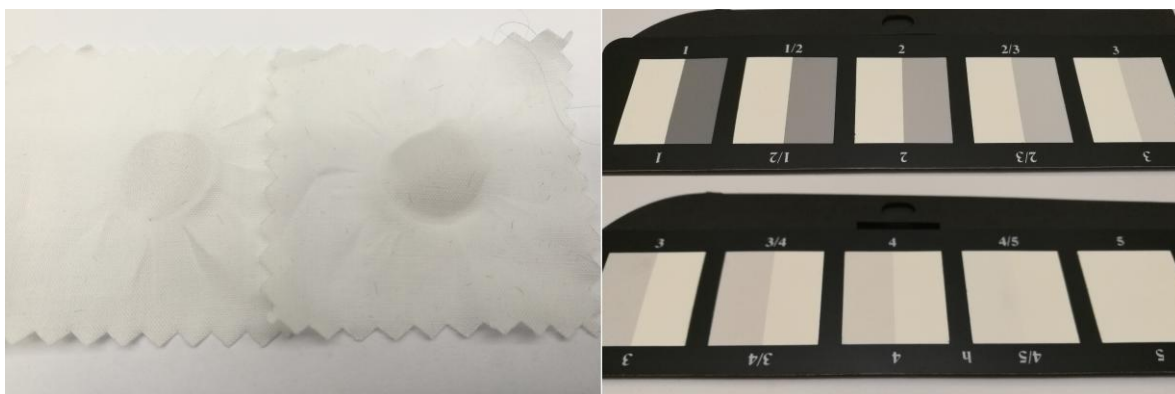
Norint įsitikinti, kad naująja dažymo ir baigiamosios apdailos technologija dažytas daugiapluoštis audinys yra tinkamas naudoti, buvo nustatytos jo nusidažymo atsparumo įvairiems poveikiams fizinės savybės. Pagrindiniai laboratoriniai tyrimai, atlikti šio darbo metu, yra: audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydimui nustatymas (ISO 13936-2:2004), spalvos atsparumas trinčiai (ISO 105-X12:2016), nusidažymo atsparumas buitiniam ir pramoniniam skalbimui (ISO 105-C06:2010), spalvos atsparumas prakaitui (ISO 105-E04:2013), spalvos atsparumas vandeniui (ISO 105-E01:2013). Buitinio skalbimo ir džiovinimo procedūros bandant tekstilę taip pat buvo atliktos pagal standartinę procedūrą (ISO 6330:2012). Visi testai negali būti atliekami anksčiau nei po 4 valandų, kai audinys paliekamas kondicinėse sąlygose (ISO 139:2005).

Pirmiausia po visų atliktų operacijų yra pamatuojamas naudingas audinio plotis ir viso audinio plotis. Naudingo audinio plotis – tai audinio plotis, kuriame nėra palikta adatėlių žymių nuo džiovinimo-platinimo mašinos.

Testas, kuris laikomas vienu iš pagrindinių drabužių tekstilės pramonėje, yra spalvos atsparumas trinčiai (ISO 105-X12:2016). Šio testo aprašymas yra pateiktas 2 skyriuje. Iškerpami 104±2 mm ilgio bandiniai ataudų ir metmenų kryptimis ir krokmetru, spaudžiant 9±0,2 N jėga, pradedama trinti po 10 kartų ataudų ir metmenų kryptimis, uždėjus sausą medvilninio audinio skiautele, tas pats procesas pakartojamas, tik šį kartą su sudrėkinta distiliuotu vandeniu medvilninio audinio skiautele (3.6 ir 3.7 pav.). Bandymo rezultatai įvertinami tada, kai medvilninio audinio skiautelės visiškai išdžiūsta natūraliomis sąlygomis, jų nedžiovinant.

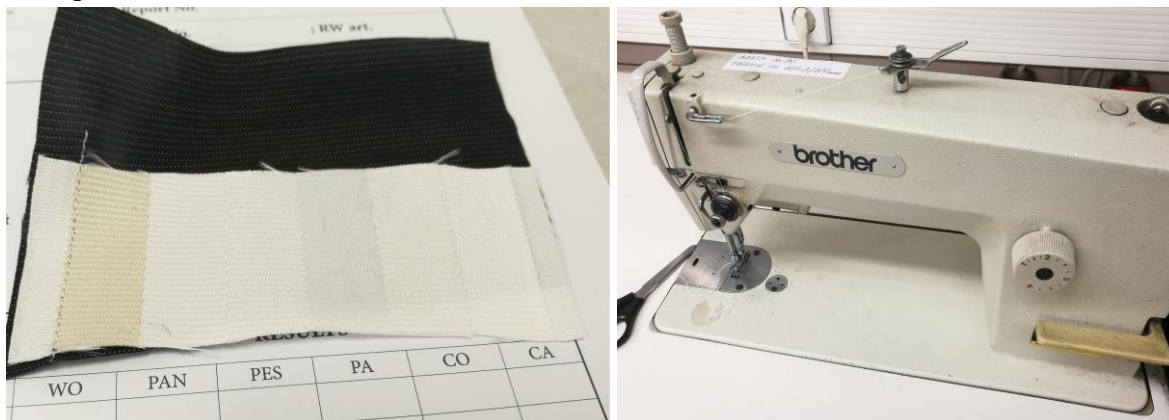


3.11 pav. Medvilninio audinio paruošimas testui spalvos atsparumas trinčiai (ISO 105-X12:2016) ir testo atlikimas krokmetru



3.12 pav. Testo spalvos atsparumas trinčiai (ISO 105-X12:2016) gauti rezultatai ir jų vertinimui reikalinga pilka skalė

Kitas bandymas – nusidažymo atsparumas buitiniam ir pramoniniam skalbimui (ISO 105-C06:2010). Paruošiami 100 ± 2 mm pločio ir 40 ± 2 mm aukščio bandiniai ir pagal nurodymus 2 skyriuje atliekamas bandymas ir vertinami rezultatai. Bandinių paruošimas spalvos atsparumo trinčiai bandymams ir testo gauti rezultatai bei vertinimui naudota pilka skalė parodyti atitinkamai 3.8 ir 3.9 pav.

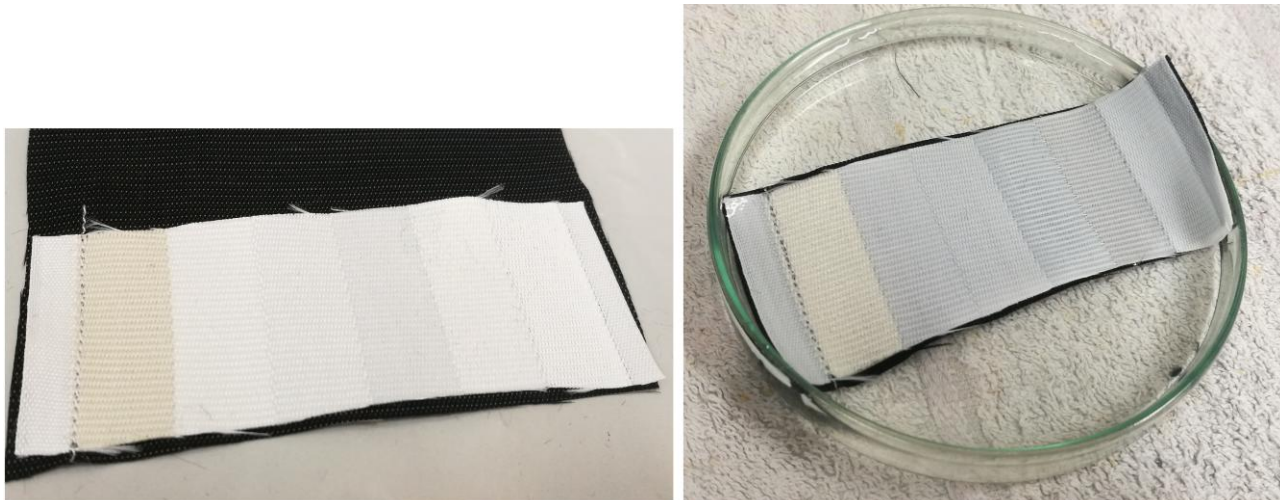


3.13 pav. Testo nusidažymo atsparumas buitiniam ir pramoniniam skalbimui (ISO 105-C06:2010) mėginių ruošimas ir siuvimo mašina, naudota bandiniams susiūti



3.14 pav. Testui nusidažymo atsparumas buitiniam ir pramoniniam skalbimui (ISO 105-C06:2010) naudota įranga

Spalvos atsparumo prakaitui (ISO 105-E04:2013) ir spalvos atsparumo vandeniui (ISO 105-E01:2013) testams paruošiami 100 ± 2 mm pločio ir 40 ± 2 mm aukščio bandiniai. Testai atliekami, kaip aprašoma 2 skyriuje. Spalvos atsparumo prakaitui ir spalvos atsparumo vandeniui testų paruošimas parodytas 3.10 pav., o šiems atsparumo prakaitui ir spalvos atsparumo vandeniui testams atlikti naudota įranga pateikta 3.11 pav. Atlikus bandymus, įvertinami ir aptariami rezultatai.



3.15 pav. Testo spalvos atsparumo prakaitui (ISO 105-E04:2013) ir spalvos atsparumo vandeniui (ISO 105-E01:2013) bandinių ruošimas



3.16 pav. Testui spalvos atsparumo prakaitui (ISO 105-E04:2013) ir spalvos atsparumo vandeniui (ISO 105-E01:2013) naudota įranga

Buitinio skalbimo ir džiovinimo procedūros bandant tekstilę (ISO 6330:2012) testui paruošiami bandiniai, kaip nurodoma 2 skyriuje, taip pat atliekamas pats bandymas, pagal nurodymus, pateiktus 2 skyriuje. 3.12 pav. parodyta, kaip turi būti paruošti bandiniai buitinio skalbimo ir džiovinimo procedūrų bandant tekstilę testui. Minėtam bandymui naudota įranga pateikta 3.13 pav. Įvertinami rezultatai. O 3.14 pav. parodyta, kokioje būsenoje paliekami bandiniai po garinimo ir skalbimo

kondicinėmis sąlygomis, prieš atliekant testą buitinio skalbimo ir džiovinimo procedūros bandant tekstilę.



3.17 pav. Bandinių ruošimas testui buitinio skalbimo ir džiovinimo procedūros bandant tekstilę (ISO6330:2012).



3.18 pav. Įrenginiai, naudoti testui buitinio skalbimo ir džiovinimo procedūros bandant tekstilę (ISO6330:2012) atlikti



3.19 pav. Bandiniai po garinimo ir skalbimo palikti kondicinėse salygoose, prieš atliekant testą buitinio skalbimo ir džiovinimo procedūros bandant tekstilę (ISO6330:2012).

Paskutinis atliktas testas, kuris yra vienas svarbiausių pamušalinių audinių kontrolei, – audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydimui nustatymas (ISO 13936-2:2004). Paruošiami 200 mm ilgio ir 100 mm pločio bandiniai pagal nurodymus, pateiktus 2 skyriuje. Bandinių paruošimo schema bandymui audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydinui nustatymas parodyta 3.15 pav., o patys jau susiūti ir paruošti testui bandiniai pateikti 3.16 pav. Tuo tarpu naudota įranga su bandiniais testui audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydimui nustatymas parodyta 3.17 pav. Kompiuterinė įranga ir testo vykdymas parodyti 3.18 pav. Atlikus bandymus, taip pat įvertinami testo audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydimui nustatymas rezultatai, kurie parodyti 3.18 pav.



3.20 pav. Bandinių ruošimas testui audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydimui nustatymas (ISO 13936-2:2004).



3.21 pav. Paruošti bandiniai testui audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydimui nustatymas (ISO 13936-2:2004).



3.22 pav. Naudota įranga su bandiniais testui audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydimui nustatymas (ISO 13936-2:2004).

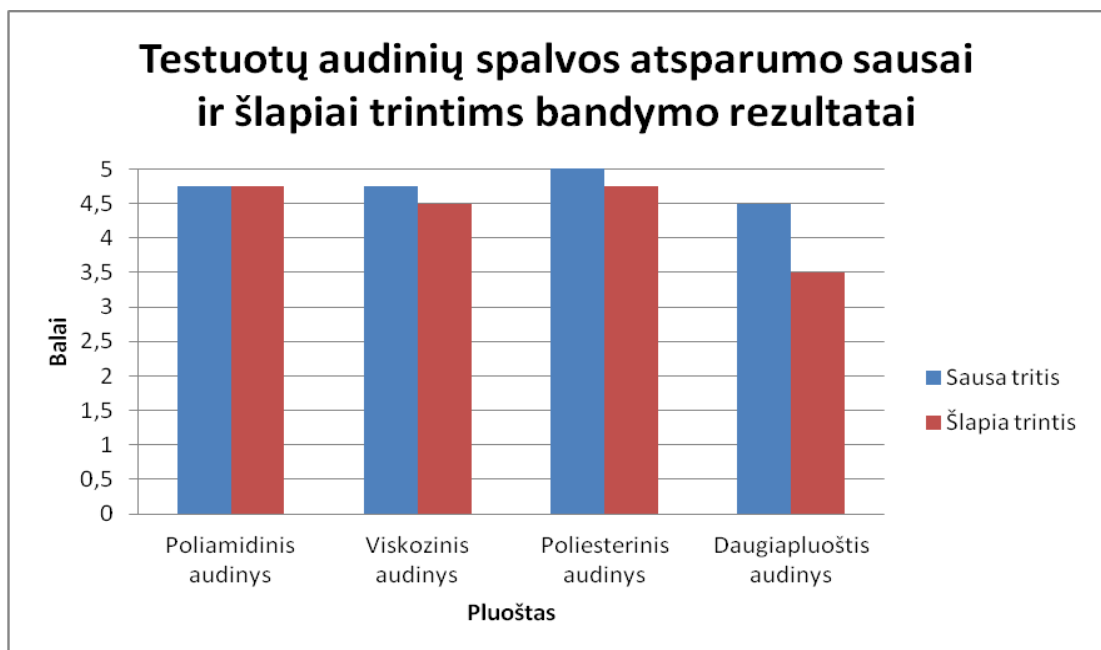


3.23 pav. Naudota įranga su bandiniais testui audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydimui nustatymui (ISO 13936-2:2004).

3.4. Pamušalinio audinio fizinių savybių apibendrinimas

Taigi siekiant nustatyti daugiapluoščio audinio spalvos atsparumus įvairiems poveikiams ir kitas pamušaliniams audiniams skirtas fizines savybes ir atlikus visus tam reikalingus testus, visi gauti rezultatai yra palyginami su turimais grynapluoščių audinių rezultatais. Tokiu būdu galima padaryti išvadą, ar tokia pasiūlyta daugiapluoščio audinio apdailos technologija yra tinkama būtent tokios pluoštinės sudėties pamušaliniam audiniui. Visi grynapluoščiai audiniai austi iš tokio pačio ilginio tankio siūlų, audinio tankumas toks pats ir spalva taip pat juoda, kaip ir tiriamojo daugiapluoščio audinio.

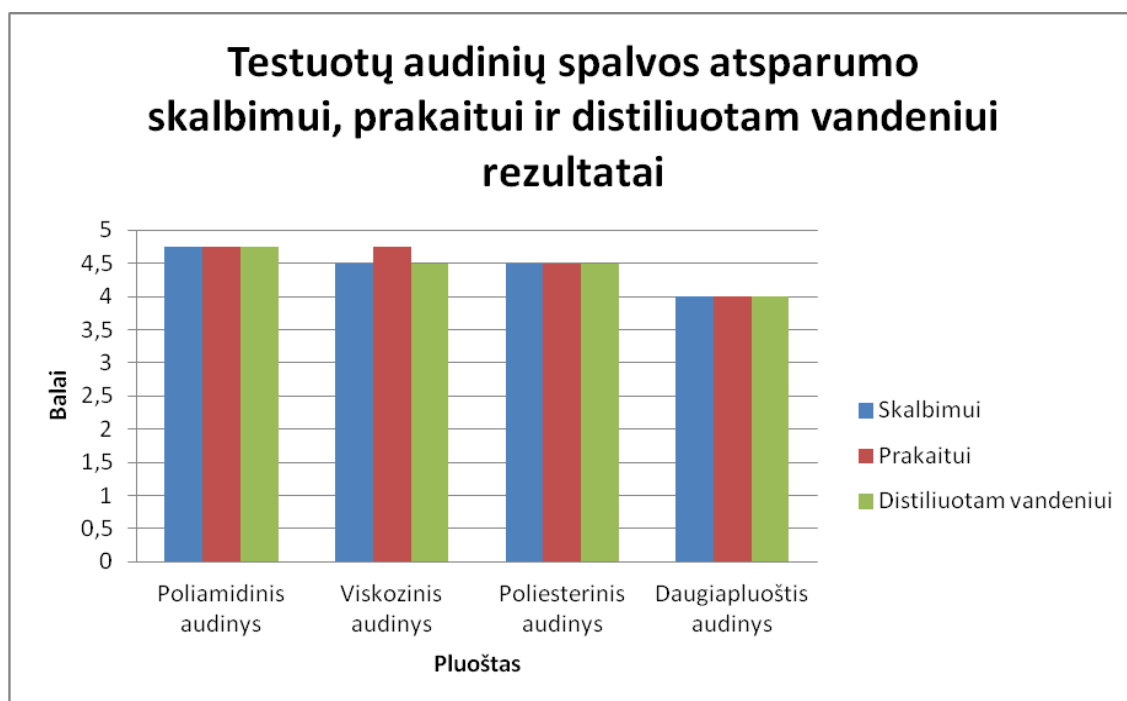
Visi gauti rezultatai pateikti stulpelinėse diagramose, išskyrus audinus iš poliakrilnitrilo ir polipropileninio pluošto, kadangi šių audinių nebuvo galimybės palyginti su gautais rezultatais.



3.24 pav. Testuotų audinių spalvos atsparumo sausai ir šlapiai trintims bandymo rezultatai

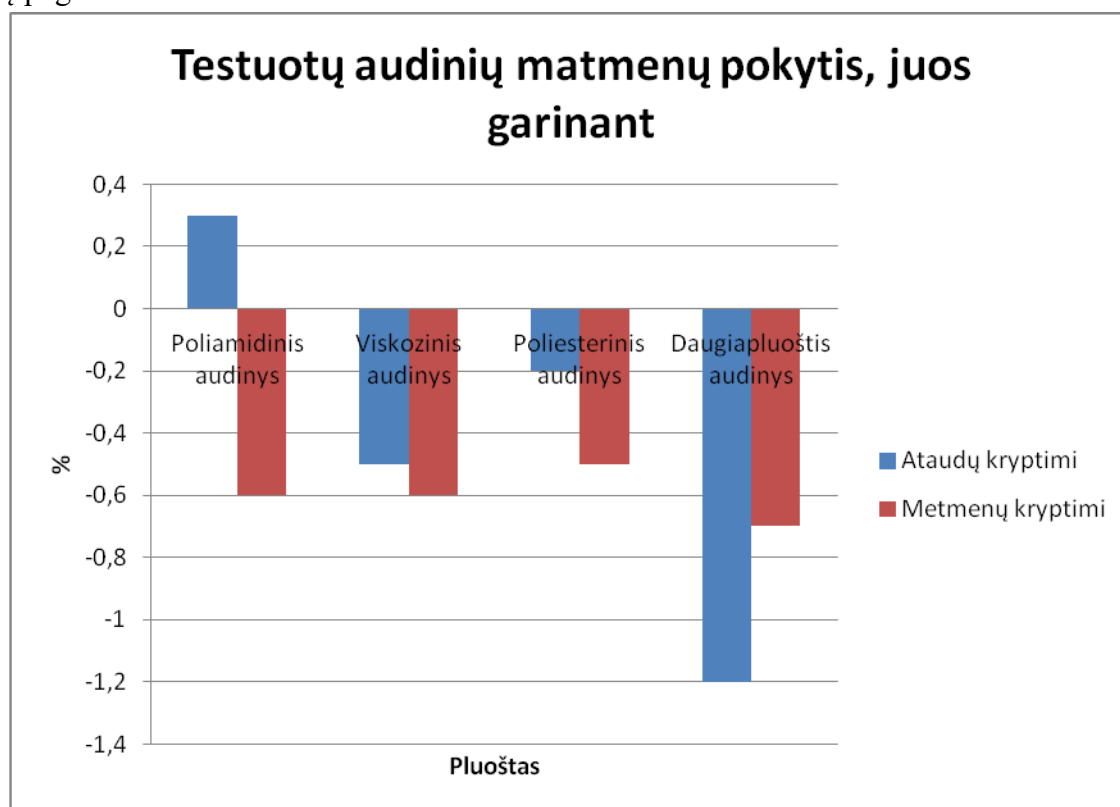
Iš stulpelinės diagramos 3.19 pav. galima pastebėti, kad daugiapluoščio audinio tiek sausa, tiek šlapia trintys yra prastesnės negu grynpluoščių audinių. Taip gali būti dėl to, kad daugiapluoštis audinys buvo nepakankamai gerai nuskalautas, arba panaudota nepakankamai medžiagos, kuri reikalinga tiesioginiams dažikliams tvirtinti. Tokią išvadą galima daryti, nes iš naudotų dažiklių tik tiesioginiai dažikliai prasčiausiai fiksuojasi pluošte. Iš tolimesnio tyrimo spalvos atsparumo skalbimui, prakaitui ir vandeniui galima daryti detalesnes išvadas, ar audinys buvo nepakankamai išskalautas, ar panaudota nepakankamai medžiagos, kuri reikalinga tiesioginių dažų tvirtinimui pluošte. Šio testo rezultatams įtakos negali daryti polipropilėninis pluoštas, kadangi siūlai iš jo yra dažyti masėje ir blogų spalvos atsparumų negali būti. Taip pat spalvos atsparumams įtakos negali daryti ir poliakrilinitrilinis pluoštas, kadangi jis beveik nenusidažė (nusidažė šviesiai oranžine spalva, kai buvo dažoma didelės koncentracijos juodos spalvos dažikliais). Nors daugiasluoksnio audinio spalvos atsparumo šlapiai ir sausai trintims bandymo rezultatai ir yra mažiausi, tačiau šis skirtumas, lyginant rezultatus su grynpluoščiais audiniais nėra labai reikšmingas ir siekia sausos trinties atveju tik 0,5 balo, o šlapios trinties atveju – iki 1,25 balo, tad galima teigti, kad šiuo spalvos atsparumas sausai ir šlapiai trintims yra tinkamas tolimesniam daugiapluoščio audinio, dažyto pasiūlytąja technologija, naudojimui.

3.20 pav. pateikta grynpluoščių ir daugiapluoščio audinio spalvos atsparumo skalbimui, prakaitui ir distiliuotam vandeniui bandymų rezultatai. Stulpelinėje diagramoje 3.20 pav., kaip ir 3.19 pav., daugiapluoščio audinio atsparumai yra prasčiausi, o tai reiškia, kad audinys, nors ir labai gerai buvo išskalautas, bet tiesioginių dažiklių, neužsifiksavusių pluošte, liko pakankamai. Rezultatai nėra prasti, bet dažant aktyviniais dažais, būtų galima gauti geresnį rezultatą, žinoma, prisidėtų daugiau operacijų, o šio darbo tikslas yra sukurti trumpą ir užimančią mažai operacijų dažymo ir apdailos technologiją, daugiapluoščiam audiniui. Nors spalvos atsparumas visiems tirtiems poveikiams daugiapluoščio audinio buvo mažiausias, lyginant su grynpluoščiais audiniais, tačiau jis nebuvo ženkliai prastesnis, t. y. nuo geriausio rezultato jis skyrėsi 0,75 balo, tad galima teigti, kad ir spalvos atsparumo visiems trims nagrinėtiems veiksniams požiūriu pasiūlyta dažymo technologija yra tinkama.



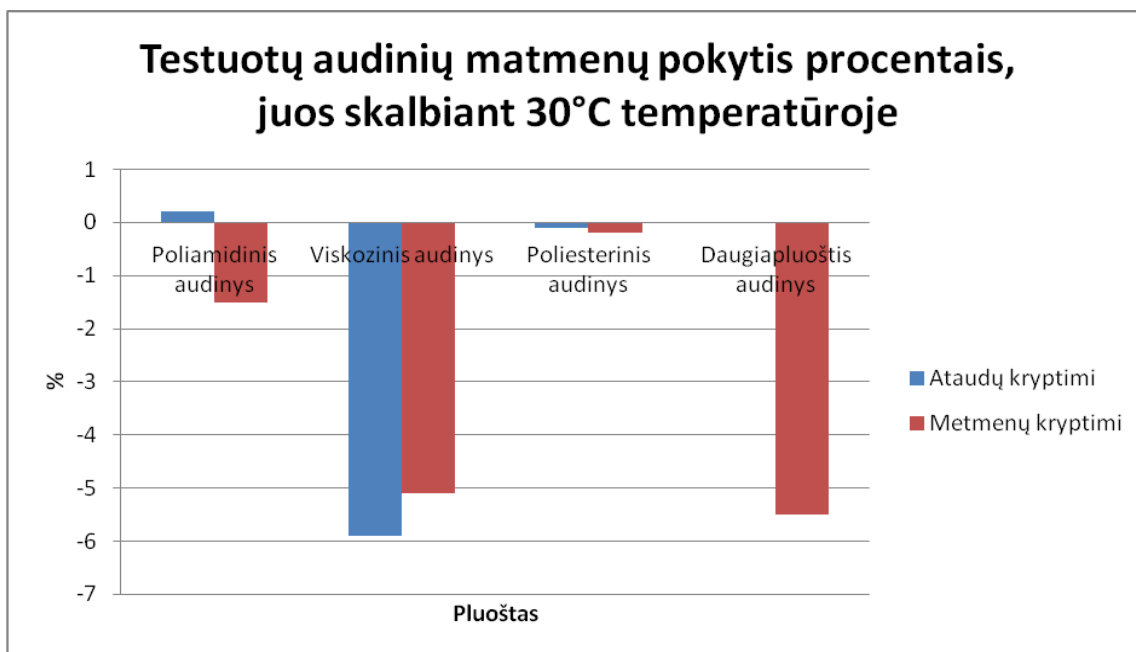
3.25 pav. Testuotų audinių spalvos atsparumo skalbimui, prakaitui ir distiliuotam vandeniui rezultatai

Aptariant 3.21 pav. stulpelinėje diagramoje gautus audinių matmenų pokyčio juos garinant rezultatus, pastebima, kad vienintelis pluoštas, kuris ištiso, yra poliamidinis pluoštas, ir jis ištiso ataudų kryptimi. Visi kiti pluoštai susitraukė, o daugiapluoščio audinio santrauka ataudų kryptimi buvo pati didžiausia, t.y. ji skyrėsi nuo mažiausiai susitraukusio poliesterinio audinio rezultato 1 procentu. Metmenų kryptimi daugiapluoščio audinio santrauka nesiskiria ženkliai nuo viskozinio audinio santraukos (0,1 procentu), o ataudų kryptimi, kadangi santrauka didelė ir skiriasi nuo grynpluoščių audinių santraukų 1 procentu, galima teigti, kad didelę įtaką šiam tyrimui turėjo polipropileno arba poliakrilnitrilo pluoštai. Reikėtų ieškoti būdų, kaip šią daugiapluoščio audinio savybę pagerinti.



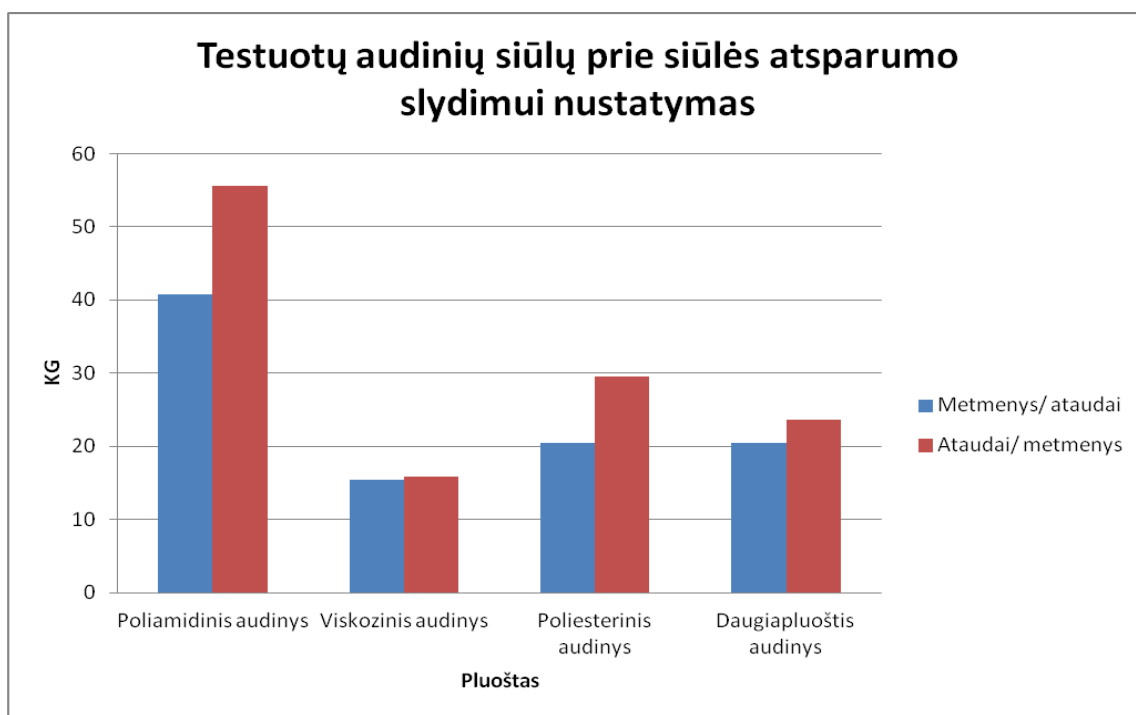
3.26 pav. Testuotų audinių matmenų pokytis, juos garinant

Apžvelgus audinio pokytį garinant, galima aptarti ir audinių matmenų pokyčių rezultatus, gautus, skalbiant audinius 30°C temperatūroje, kurie pateikti 3.22 pav. Ataudų kryptimi daugiapluoščio audinio matmenų pokyčio visiškai nebuvo, t. y. jis nei ištiso, nei susiaurėjo, o tai reiškia, kad visi sintetiniai pluoštai, kurie daugiapluoštyje audinyje yra išdėstyti audinio ataudų kryptimi, visiškai nepakeitė savo matmenų. Tai galima pastebėti ir diagramoje, kad grynpluoščių poliesterinio ir poliamidinio audinių matmenys labai nedaug pakito, juos skalbiant 30°C temperatūroje. Šioje diagramoje pastebima labai didelė viskozinio pluošto santrauka metmenų ir ataudų kryptimis (metmenų kryptimi – 5,1 procentu, ataudų kryptimi – 5,9 procentu), tai atsispindi ir daugiapluoščio audinio rodikliuose, kadangi iš viskozinio pluošto yra sudarytas daugiapluoščio audinio metimas – metmenų kryptimi daugiapluoščio audinio matmuo pasikeitė 5,5 procentais. Tad ateityje gaminant tokį daugiapluoščių audinį, reiktų ieškoti būdų, koku būdu reiktų pagerinti audinio matmenų pokyčio rezultatus metmenų kryptimi.



3.27 pav. Testuotų audinių matmenų pokytis procentais, juos skalbiant 30°C temperatūroje

3.23 pav. demonstruojamoje stulpelinėje diagramoje pateikti grynapluoščių ir daugiapluoščio audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydimui nustatymo bandymo rezultatai. Iš diagramos galima matyti, kad pats atspariausias siūlų prie siūlės praslydimui grynapluoštis audinys yra poliamidinis, o tiriamasis daugiapluoštinis audinys yra vidutiniško siūlo prie siūlės atsparumo, lyginant su kitais grynapluoščiais audiniais. Tad galima sakyti, kad daugiapluoštinis audinys siūlų prie siūlės atsparumo slydimui atžvilgiu yra panašus (skiriasi nuo -5 kg viskozinio audinio atveju iki +20 kg poliamidinio audinio atveju) į kitų grynapluoščių audinių rezultatus, todėl šiuo požiūriu daugiapluoščio audinio pasiūlyta apdailos technologinė eiga gali būti laikoma tinkama.



3.28 pav. Testuotų audinių siūlų prie siūlės atsparumo slydimui nustatymas

Apibendrinant visus atliktų grynpluoščių poliamidinio, viskozinio ir poliesterinio bei daugiapluoščio audinių fizinių savybių rezultatus, galima teigti, kad daugiapluoščio audinio gauti šių savybių rezultatai ženkliai nesiskiria nuo grynpluoščių audinių rezultatų, tad galima teigti, kad pasiūlyta daugiapluoščio audinio dažymo ir baigiamosios apdailos technologija yra tinkama ir ją galima naudoti masinei gamybai, tik būrų siūloma ieškoti būdų pagerinti audinio matmenų stabilumą garinant ir skalbiant.

Išvados ir rekomendacijos

1. Pamušalinių audinių gamybos įmonėje UAB „Liningas“ suprojektuotas ir išaustas elementariojo ruoželinio pynimo 1/3 pamušalinis audinys, sudarytas iš 5 skirtingų pluoštų: viskozinio, poliamidinio, poliesterinio, polipropileno ir poliakrilnitrilinio, pagal pluoštų žinomas mechanines ir fizikines savybes yra tinkamas žieminių darbinių striukių pamušalams.
2. Sukurta daugiapluoščio audinio dažymo juoda spalva technologija, kurios tikslas – nudažyti skirtingus pluoštus, panaudojant kuo mažiau energetinių šaltinių, yra pritaikyta ir vėliau gali būti įgyvendinta masinėje gamyboje.
3. Daugiapluoščio audinio dažymo ir baigiamosios apdailos technologinė eiga sudaryta iš: plovimo, skalavimo, dažymo dispersiniais ir tiesioginiais dažikliais ir redukcinio valymo bei tiesioginių dažų tvirtinimo aukštatemperatūrinėje veleninėje dažymo mašinoje; džiovinimo ir apretavimo džiovinimo platinimo mašinoje; kalandravimo šaltu kalandru technologinių operacijų, kurios lemia audinio nusidažymą vientisa juoda spalva.
4. Daugiapluoščiam audiniui po dažymo ir baigiamųjų apdailos operacijų atlikus audinių spalvos atsparumo trinčiai, nusidažymo atsparumo skalbimui, spalvos atsparumo prakaitui, spalvos atsparumo vandeniui bandymus ir palyginus juos su grynaplupščių pamušalinių audinių rezultatais, nustatyta, kad daugiapluoščio audinio rezultatai skiriasi nuo geriausio grynaplupščių audinių rezultato iki 1 balo. Todėl galima teigti, kad pasiūlyta daugiapluoščio audinio apdailos technologija yra tinkama.
5. Atlikus grynaplupščių audinių ir daugiapluoščio audinio siūlų prie siūlės atsparumo slydimui bandymą, gauta, kad gauti daugiapluoščio audinio rezultatai skiriasi nuo grynaplupščių audinių rezultatų nuo -5 kg viskozinio audinio atveju iki +20 kg poliamidinio audinio atveju, t.y. jo vertė yra vidutinė, tad siūlų prie siūlės atsparumo slydimui atžvilgiu daugiapluoščio audinio pasiūlyta apdailos technologinė eiga taip pat yra rekomenduotina.
6. Daugiapluoščio audinio matmenų pokyčio po garinimo ir skalbimo bandymo rezultatai ir jų palyginimas su grynaplupščių audinių rezultatais parodė, kad grynaplupščių audinių rezultatai yra geresni negu daugiapluoščio audinio, t.y. jie skiriasi garinimo atveju iki 1 procento, o skalbiant – sutampa su didžiausią vertę rodančiu viskoziniu audiniu ir siekia -5,5 procento. Šie rezultatai rodo, kad dar rekomenduojama ieškoti daugiapluoščiam audiniui palankesnių sprendimų, kurie padėtų sumažinti šio audinio matmenų pokytį po garinimo ir skalbimo.
7. Pateikiant rekomendacijas pamušalinių audinių, skirtų žieminiams darbinėms striukėms gamintojams, rekomenduojama, esant galimybei, poliakrilnitrilinį pluoštą dažyti katijoniniais dažikliais. Nors literatūros šaltiniuose ir yra minima, kad poliakrilnitrilinį pluoštą galima dažyti dispersiniais dažikliais, bet dažant juoda spalva jis įgavo švelniai oranžinį atspalvį. Taip pat siekiant gauti geresnius spalvos atsparumo įvairiems poveikiams rezultatus, rekomenduojama viskozinį pluoštą dažyti tame pačiame įrenginyje, bet ne tiesioginiais dažikliais, kaip buvo daryta šiame darbe, o aktyviniais dažikliais dažiklių ištraukimo iš tirpalo metodu.

Literatūros sąrašas

1. BPF: British Plastics [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2019-05-22]. Prieiga per:
<http://www.bpf.co.uk/plastipedia/polymers/polyamides.aspx>
2. HPM: How Products are Made [interaktyvus] 2019 [žiūrėta 2019-05-22]. Prieiga per:
<http://www.madehow.com/Volume-2/Polyester.html#ixzz5dv3TnXX0>
3. WFN: Water Footprint Network [interaktyvus] 2017 [žiūrėta 2019-05-22]. Prieiga per:
https://waterfootprint.org/media/downloads/Viscose_fibres_Sustainability.pdf
4. BPF: British Plastics [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2019-05-22]. Prieiga per:
<http://www.bpf.co.uk/plastipedia/polymers/PP.aspx>
5. CAMEO: Conservation and Art Materials Encyclopedia Online [interaktyvus] 2018 [žiūrėta 2019-05-22]. Prieiga per: http://cameo.mfa.org/wiki/Acrylic_fiber
6. KAMPPURI, T., VEHVILAINEN, M., PUOLAKKA, A., HONKANEN, M., VIPPOLA, M. and RISSANEN, M. Characterisation of novel regenerated cellulosic, viscose, and cotton fibres and the dyeing properties of fabrics. Coloration Technology[interaktyvus]. Bradford: society of dyers and colourists, 2015, vol. 131, no.5, pp. 353-411, žiūrėta [2019-05-22].
Prieiga per: Wiley Online Library.
7. ELMAATY, T.A., EL-TAWHEEL, F., ELSISI, H. and OKUBAYASHI, S. Water free dyeing of polypropylene fabric under supercritical carbon dioxide and comparison with its aqueous analogue. The Journal of Supercritical Fluids[interaktyvus]. 2018, vol. 139, pp. 114-121, žiūrėta [2019-05-22].
ISSN: 0896-8446. Prieiga per: Science Direct.
8. ABATE, M.T., FERRI, A., GUAN, J., CHEN, G., FERREIRA, J.A. and NIERSTRASZ, V. Single-step disperse dyeing and antimicrobial functionalization of polyester fabric with chitosan and derivative in supercritical carbon dioxide. The Journal of Supercritical Fluids[interaktyvus]. 2019, vol.147, pp. 231-240, žiūrėta [2019-05-22].
ISSN: 0896-8446. Prieiga per: Science Direct.
9. OZEN, I., KURUCU, A. and TURKSEVER, H. The quasi-yarn-dyed effect: triple dyeing of woven polyester/cationic dyeable polyester/viscose rayon blend fabrics by chemical treatments in the laboratory and on a pilot and an industrial scale. Coloration Technology[interaktyvus]. Bradford: society of dyers and colourists. 2012, vol. 128, no.2, pp. 153-159, žiūrėta [2019-05-22].
Prieiga per: Wiley Online Library.
10. ZHANG, H., HAN, B., WU, H. and MAO, N. Simultaneous reactive dyeing and surface modification of polyamide fabric with TiO₂ precursor finish using a one-step hydrothermal process. Textile Research Journal[interaktyvus]. 2018, vol.88, no.22, pp.2611-2623, žiūrėta [2019-05-22].
ISSN: 0040- 5175. Prieiga per: Sage Journals.
11. BOŽIČ, M. KOKOL, V. and GUEBITZ, G.M. Indigo Dyeing of Polyamide Using Enzymes for Dye Reduction. Textile Research Journal[interaktyvus]. 2009, vol.79, no.10, pp.895-907, žiūrėta [2019-05-22].
ISSN: 0040- 5175. Prieiga per: Sage Journals.

12. MERDAN, N.,ALKALIN, M.,KOCAK D. and USTA, I. Effects of ultrasonic energy on dyeing of polyamide (microfibre)/Lycra blends. Ultrasonics[interaktyvus]. Granada. 2014, vol.42, no.1-9, pp.165-168, žiūrėta [2019-05-22].
ISSN: 0041-624X. Priega per: Science Direct.
13. FAN, Q., HOSKOTE,S. and HOU, Y. Reduction of colorants in nylon flock dyeing effluent. Journal of Hazardous Materials[interaktyvus]. 2014, vol.112, no.1-2, pp.123-131, žiūrėta [2019-05-22].
ISSN: 0304-3894. Priega per: Science Direct.
14. SHAKI, H., GHARANJIG, K. and KHOSRAVI, A. Synthesis and investigation of antimicrobial activity and spectrophotometric and dyeing properties of some novel azo disperse dyes based on naphthalimides. Biotechnology progress[interaktyvus]. 2015, vol.31, no. 4, pp.853-1136, žiūrėta [2019-05-22].
Priega per: Wiley Online Library.
15. ABEDI, D., MORTAZAVI, S.M., MEHRIZ, M.K. and FEIZ, M. Antimicrobial Properties of Acrylic Fabrics Dyed with Direct Dye and a Copper Salt. Textile Research Journal[interaktyvus]. 2009, vol.78, no.4, pp.311-319, žiūrėta [2019-05-22].
Priega per: Sage Journals.
16. PBURCH: All About Hand Dyeing [interaktyvus] 2012. [žiūrėta 2019-05-22]. Priega per: http://www.pburch.net/dyeing/how_to_dye_acrylic.shtml.
17. SEDEGHI-KIAKHANI, M. and TEHRANI-BAGHA,A. Cationic ester-containing gemini surfactants as retarders in acrylic dyeing. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects[interaktyvus]. 2015, vol.479, pp.1-68, žiūrėta [2019-05-22].
ISSN: 0927-7757. Priega per: Science Direct.
18. CHUNG, H. and KIM, J.Y. Effects of washing parameters on dimensional stability of viscose rayon fabrics. Fibers and Polymers.2016, vol.17, no. 11, pp. 1945-1954, žiūrėta [2019-05-22].
ISSN: 1229-9197. Priega per: SpringerLink..
19. MA, K., JIANG, Z., LI, L., LIU, Y., REN, X. and HUANG, T.S. N-halamine modified polyester fabrics: Preparation and biocidal functions. Fibers and Polymers[interaktyvus]. 2014, vol. 15, no. 11, pp. 2340-2344, žiūrėta [2019-05-22].
ISSN: 1229-9197. Priega per: SpringerLink.
20. SF: Syntech Fibres [interaktyvus] 2013. [žiūrėta 2019-05-22]. Priega per: <http://syntechfibres.com/polypropylene/properties-of-polypropylen-fibres/>.
21. KALASHNIK, A.T, PANICHKINA, O.N., RUDINSKAYA,G.Y. and SERKOV, A.T. Shrinkage Mechanisms in Thermooxidative Stabilization of Acrylic Fibres. Fibre Chemistry [interaktyvus]. 2011, vol.33, no.2, pp. 132-139, žiūrėta [2019-05-22].
ISSN 1573-8493. Priega per: SpringerLink.
22. ZHANG, H. and ZHU, H. Preparation of Fe-doped TiO₂nanoparticles immobilized on polyamide fabric. Applied Surface Science[interaktyvus]. 2012, vol. 258, no. 24, pp. 10034-10041, žiūrėta [2019-05-22].
Priega per: Science Direct.
23. GABRY, L.K.EL. Effect of mineral acids on the properties of acrylic fabrics. Coloration Technology. Bradford: society of dyers and colourists[interaktyvus]. 2009, vol. 120, no.5,pp. 236-240, žiūrėta [2019-05-22].
Priega per: Wiley Online Library.

24. AHMED, H.B, EMAM, H.E., MASHALY, H.M. and REHAN, M. Nanosilver leverage on reactive dyeing of cellulose fibers: Color shading, color fastness and biocidal potentials. Carbohydrate Polymers[interaktyvus]. 2018, vol. 138, no.5,pp. 310-320, žiūrėta [2019-05-22]. ISSN 0144-8617.
Priega per: Science Direct.
25. GHARANJIG, K., SADEGHI- KIAKHANI, M., ARAMI, M., MAHMODI, N.M and KHOSRAVO, A. Solubilisation kinetics of some monoazo naphthalimide disperse dyes containing butyric acid and investigation of fastness properties of the dyes on polyester. Coloration Technology. Bradford: society of dyers and colourists[interaktyvus]. 2010, vol. 126, no.1,pp. 37-41, žiūrėta [2019-05-22].
Priega per: Wiley Online Library.
26. SADEGHI- KIAKHANI , M., ARAMI, M. and KHOSRAVO, A. Dyeing and fastness properties of polyamide fabrics using some acid-based monoazo disperse dyes. Journal of Applied Polymer Science[interaktyvus]. 2011, vol. 122, no.5,pp. 2837-3503, žiūrėta [2019-05-22].
Priega per: Wiley Online Library.
27. RAISANEN, R., NOUSIAINEN, P. and HYNNINEN, P.H. Emodin and Dermocybin Natural Anthraquinones as Mordant Dyes for Wool and Polyamide. Textile Research Journal[interaktyvus]. 2011, vol.71, no.11, pp.1016-1022, žiūrėta [2019-05-22].
Priega per: Sage Journals.
28. KUO, C., F., J., LAN, W., L. and DONG, M., Y. Development of disperse dyes polypropylene fiber and process parameter optimization Part II: Dyeable polypropylene fiber production and melt spinning process parameter optimization. Textile Research Journal[interaktyvus]. 2017, vol.88, no.13, pp.1505-1516, žiūrėta [2019-05-22].
Priega per: Sage Journals.
29. UDDIN, M., G. The review of blind dyeing - the RFT technique. International Journal of Scientific and Engineering Research [interaktyvus]. 2014, vol.5, pp.813-817, žiūrėta [2019-05-22].
Priega per: ResearchGate.
30. PARK, J. Exploiting right-first-time processing in textile coloration. Textile Today [interaktyvus] Park International, 2013, žiūrėta [2019-05-22].
Priega per: Textile Today.
31. PRASHAR, A. Right-First-Time dyeing in Textile using Six Sigma methods. International Journal of Scientific and Engineering Research [interaktyvus]. 2013, vol.4, pp.1517-1526, žiūrėta [2019-05-22].
Priega per: ResearchGate.
32. OZTURUK,E., KARABOYACI, M., YETIS, U., YIGIT, N.O. and KITIS, M. Evaluation of Integrated Pollution Prevention Control in a textile fiber production and dyeing mill. Journal of Cleaner Production [interaktyvus]. 2014, vol. 88, pp. 116-124, žiūrėta [2019-05-22].
ISSN: 0959-6526. Priega per: Science Direct.
33. BRODNJAK, U.V., GREGOR-SVETEC, D. and KLANČNIK, M. Influence of enzymatic treatment on the structural, sorption and dyeing properties of viscose and chitosan/cellulose fibers. Textile Research Journal[interaktyvus]. 2015, vol.86, no.9, pp.990-1005, žiūrėta [2019-05-22].
Priega per: Sage Journals.

34. SOUISSI, M., GUESMI, A. and MOUSSA, A. Valorization of natural dye extracted from date palm pits (*Phoenix dactylifera*) for dyeing of cotton fabric. Part 1: Optimization of extraction process using Taguchi design. *Journal of Cleaner Production* [interaktyvus]. 2018, vol. 202, pp. 1045-1055, žiūrėta [2019-05-22].
ISSN: 0959-6526. Priega per: Science Direct.
35. AGUAYO-VILLARREAL, I. A., RAMIREZ- MONTOYA, L. A., HERNANDEZ- MONTOYA, V., BONILLA- PETRICIOLET, A., MONTES- MORAN, M. A. and RAMIREZ- LOPEZ, E. M. Sorption mechanism of anionic dyes on pecan nut shells (*Carya illinoensis*) using batch and continuous systems. *Industrial Crops and Products* [interaktyvus]. 2013, vol. 48, pp. 89-97, žiūrėta [2019-05-22].
ISSN: 0926-6690. Priega per: Science Direct.
36. LST EN ISO- 139. Kokybės Valdymo Sistemos. Reikalavimai (ISO 139:2005)= Quality Management System Requirements (ISO 139:2005): Lietuvos Standartas. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2005.
37. LST EN ISO- 13936. Kokybės Valdymo Sistemos. Reikalavimai (ISO 13936-2:2004)= Quality Management System Requirements (ISO 13936-2:2004): Lietuvos Standartas. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2004.
38. LST EN ISO- 105-C06. Kokybės Valdymo Sistemos. Reikalavimai (ISO 105-C06:2010)= Quality Management System Requirements (ISO 105-C06:2010): Lietuvos Standartas. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2010.
39. LST EN ISO- 105-E04. Kokybės Valdymo Sistemos. Reikalavimai (ISO 105-E04:2013)= Quality Management System Requirements (ISO 105-E04:2013): Lietuvos Standartas. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2013.
40. LST EN ISO- 6330. Kokybės Valdymo Sistemos. Reikalavimai (ISO 6330:2012)= Quality Management System Requirements (ISO 6330:2012): Lietuvos Standartas. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2012.
41. LST EN ISO- 105-X12. Kokybės Valdymo Sistemos. Reikalavimai (ISO 105-X12:2016)= Quality Management System Requirements (ISO 105-X12:2016): Lietuvos Standartas. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2016.
42. LST EN ISO- 105-E01. Kokybės Valdymo Sistemos. Reikalavimai (ISO 105-E01:2013)= Quality Management System Requirements (ISO 105-E01:2013): Lietuvos Standartas. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2013.

Informacijos šaltinių sąrašas

1. CORBMAN, B. P., DIVISION, G. and HILL, M.G. Textiles: Fiber to Fabric. 6th ed., 1983, pp. 374-92.
2. HALL, P. Encyclopedia of Textiles. 3rd ed., Inc., 1980, pp. 28-33.
3. Hoechst Celanese Corporation, Dictionary of Fiber & Textile Technology (older version called Man-made Fiber and Textile Dictionary, 1965), Hoechst Celanese Corporation, Charlotte NC, 1990.
4. KING, R. R. and RIDGE, P. Textile Identification, Conservation, and Preservation, Noyes Publications, NJ, 1985.
5. MARJORY, L. J. .Introductory Textile Science, Holt, Rinehart and Winston, Fort Worth, TX, 1986.
6. COOK, J.G. Handbook of Textile Fibres: I Natural Fibres, Merrow Publishing Co. , Durham, England, 1984.
7. MONTAGUE, M. Contributed Information, 1998.
8. PARK, J. A case history in right-first-time (RFT) dyeing. Textile Today [interaktyvus] Park International, 2013, žiūrėta [2019-05-22].
Priega per: Textile Today.
9. GIAS, U. The Review of Blind Dyeing- the RFT Technique. International Journal of Scientific and Engineering Research[interaktyvus]. 2014, vol. 5, no. 6, pp. 813- 820, , žiūrėta [2019-05-22].
ISSN 2229-5518. Priega per: ResearchGate.
10. BELOVA, T. B., GELLER, B. E V., KOZYREV, A. , PYSHNAYA, V. D. and ERGASHEV, K. E. Chemistry And Technology Of Man-Made Fibers, 1975.