



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

Monika Vaičiulytė

**DIRBTINĖS ODOS EKSPLOATACINIŲ SAVYBIŲ
TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas
Doc. dr. Ada Gulbinienė

KAUNAS, 2017

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

DIRBTINĖS ODOS EKSPLOATACINIŲ SAVYBIŲ
TYRIMAS

Baigiamasis magistro projektas

Plastikų inžinerija (kodas 621J40001)

Vadovas

(parašas) Doc. dr. Ada Gulbinienė

(data)

Recenzentas

(parašas) Doc. Dr. Eglė Fataraitė - Urbonienė

(data)

Projektą atliko

(parašas) Monika Vaičiulytė

(data)

KAUNAS, 2017



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

(Fakultetas)

MONIKA VAIČIULYTĖ

(Studento vardas, pavardė)

PLASTIKŲ INŽINERIJA 621J40001

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„DIRBTINĖS ODOS EKSPLOATACINIŲ SAVYBIŲ TYRIMAS“

AKADEMINIO SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

20 17 m. _____ d.

Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Monikos Vaičiulytės**, baigiamasis projektas tema „DIRBTINĖS ODOS EKSPLOATACINIŲ 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)

Vaičiulytė, Monika. Dirbtinės odos eksploatacinių savybių tyrimas. ~~Bakalauras~~ / *Magistro (pasirinkite)* baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Ada Gulbinienė; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Technologijos mokslai, Plastikų inžinerija.

Reikšminiai žodžiai: *Dirbtinė oda, minkšti baldai, dirbtinis pluoštas, paviršiaus pažeidimai, nusisluoksniavimas, įtrūkis, eksploatuota.*

Kaunas, 2017. 44 p.

SANTRAUKA

Nuo senų laikų baldų pramonėje plačiai paplitusi natūrali oda, todėl tokie baldai yra pakankamai brangūs. Mokslininkai natūraliam pluoštui sukūrė pakaitalą – dirbtinę arba sintetinę odą. Šios odos pagrindinis trūkumas – jos paviršiaus pažeidžiamumas.

Todėl šiame darbe tiriama dirbtinės odos eksploatacinės savybės naujoje ir naudotoje dirbtinėje odoje. Tyrimams atlikti buvo pasirinkta įmonės, UAB „Sadiva“ eksploatuotos ir neeksploatuotos natūralios odos pakaitalai: *Monntana 02, Dakota 06, Faro 04 ir Bari 05.*

Buvo atliekami trijų tipų tyrimai: mechaninės elgsenos tyrimai, ciklinio varginimo įtaka dirbtinės odos paviršiui ir spalvos atsparumas cikliniam slankiojamajam tyrimui. Mechaninės elgsenos tyrimo tikslas - ištirti dirbtinių odų mechaninę elgseną ir mechaninių apkrovų įtaką dangos įtrūkų atsisluoksniavimo formavimuisi. Ciklinio lankstymo įtaka paviršiaus defektų susidarymui – šio tyrimo tikslas buvo išanalizuoti dirbtinės odos, ciklinio lankstymo įtaką, paviršiaus defektų susidarymui, po kurio paviršiaus pakitimai fiksuoti naujose ir eksploatuotose dirbtinės odos bandiniuose mikroskopu. Dirbtinės odos spalvos atsparumo cikliniam slankiojamajam trynimui buvo išskeltas tikslas - ištirti dangos spalvos atsparumą, naudojantis cikliniu slankiojamuoju trynimu, priklausomai nuo trinančio paviršiaus charakteristikų.

Vaiciulyte, Monika. *Title of the Project (Each Word of the Title is Written in Capital Letters): Bachelor's / Master's (choose one) thesis in Investigation of Artificial Leather Performance Properties / supervisor assoc. doc. dr. Ada Gulbiniene. The Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.*

Research area and field: Technology Sciences, Plastics Engineering.

Key words: Synthetic Leather, Upholstered furniture, Synthetic fibers, Superficial defects, Dissection, Cracking, Exploited.

Kaunas, 2017. 44 p.

SUMMARY

Since ancient times, the furniture industry is widespread natural skin, making such furniture is quite expensive. Scientists have developed a substitute for natural fibers - artificial or synthetic skin. The main drawback of the skin - the surface of the vulnerability.

Therefore, this study investigated the artificial skin of performance for new and used artificial skin. It was selected for study by UAB "Sadiva" in service and the new genuine leather substitutes: *Monntana 02, Dakota 06, Faro 04 ir Bari 05.*

It was made of three types of tests: mechanical behaviour tests, cyclic fatigue influence of artificial leather surface and colour fastness cyclic sliding investigation. Mechanical behaviour study - to examine the mechanical behavior of artificial leather and mechanical stresses on coating formation Cracks dissection. Cyclic bending influence the formation of surface defects - this study was to analyse the artificial skin, cyclic bending influence the formation of surface defects, after which the surface changes and operated to capture new artificial skin samples under a microscope. Artificial skin color abrasion resistance cyclic sliding set the objective - to investigate the resistance of the coating color using cyclic reciprocating grating, depending on the surface causes friction characteristics.

TURINYS

ĮVADAS	7
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	8
1.1. Natūralios ir dirbtinės odos palyginimas	8
1.2. Dirbtinės odos mechaninės savybės	13
2. TYRIMŲ KRYPTIES PAGRINDIMAS	15
3. TYRIMŲ METODOLOGIJA	17
3.1. Tyrimo objektai.....	17
3.2. Bandinių paruošimo metodika ir tariamojo tankio nustatymas.....	17
3.3. Mechaninių savybių nustatymo metodika	18
3.4. Spalvos atsparumo cikliniam slankiojamajam tyrimui metodika.....	18
3.5. Atsparumo lankstymui nustatymo fleksometru metodika	19
3.6. Paviršiaus defektų tyrimo optiniu mikroskopu metodika.....	20
3.7. Matematinės statistikos, eksperimentų rezultatų apdorojimo metodikos tikslumo pagrindimas.....	21
4. TYRIMO REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS.....	23
4.1. Dirbtinės odos mechaninė elgsena	23
4.2. Ciklinio lankstymo įtaka paviršiaus defektų susidarymui.....	31
4.3. Dirbtinės odos spalvos atsparumas cikliniam slankiojamajam trynimui.....	36
INFORMACINIAI ŠALTINIAI.....	40
PRIEDAI.....	44

IVADAS

Tekstilės pramonėje plačiai naudojami audiniai, vieni jų yra natūralūs arba vis modernėjančioje visuomenėje plintantys ir naujai kuriamos sintetinės medžiagos, kurios vis sparčiau pakeičia natūralius audinius. Geresnės kokybės balams dažniau naudojama natūrali oda. Norint panaudoti natūralią odą minkštų baldų pramonėje, būtina ją gerai apdirbti. Natūrali oda turi pasižymėtų geromis, praktiškoms savybėmis, todėl būtina natūralią odą apdirbti taip, kad oda būtų minkštesnė.

Minkštų baldų pramonėje natūralią odą vis labiau pakeičia dirbtinės odos, kadangi natūrali oda yra gaminama iš gyvūnų, o jų oda apdirbama cheminėmis medžiagomis. Todėl yra auginama ir žudoma daugybė gyvūnų, taip atsiranda grėsmė ekologinės problemos plitimui.

Nuo senų laikų baldų pramonėje plačiai paplitusi natūrali oda, todėl tokie baldai yra pakankamai brangūs. Mokslininkai natūraliam pluoštui sukūrė pakaitalą – dirbtinę arba sintetinę odą. Tokioms dirbtinėms odoms dažnai suteikiamas natūralios odos raštas, kuris būna įspaudžiamas į odos paviršių.

Šios odos pagrindinis trūkumas – jos paviršiaus pažeidžiamumas. Sąryšyje su tokiomis problemomis susidūrė minkštų baldų įmonė „UAB Sadiva“, kuri savo asortimente siūlo minkštus baldus, aptrauktus dirbtinėmis odomis. Atliekant šį darbą buvo vykdomi šios įmonės užsakovieji tyrimai.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Natūralios ir dirbtinės odos palyginimas

Nuo senų laikų odos plačiai naudojamos įvairiose pramonės šakose. Natūralios odos gaunamos išdirbus įvairių galvijų odas, kurių storis gali siekti $\approx 2-7$ mm. Dirbtinė oda vis dažniau pakeičia natūralią odą, vis daugiau gamintojų renkasi būtent šią medžiagą kaip alternatyvą natūraliai odai. Daugelis natūralios odos atsisako, nes jiems nepriimtina naudoti gyvūninės kilmės produktus. Gaminant dirbtinę odą nežūsta gyvūnai. Galima teigti, kad natūrali ir dirbtinė oda turi savo privalumus ir trūkumus ir juos galima įvertinti ir palyginti pagal tam tikrus kriterijus, žr. 1.1 lentelę.

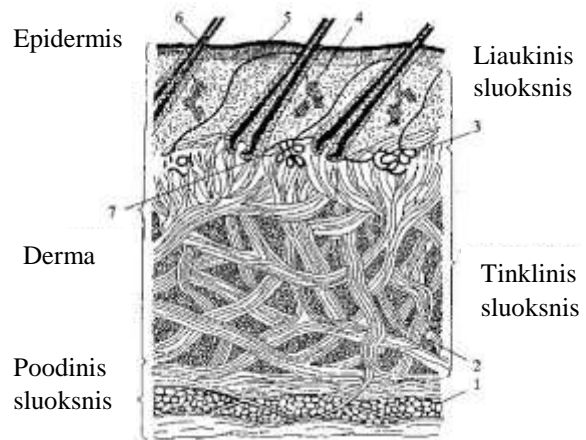
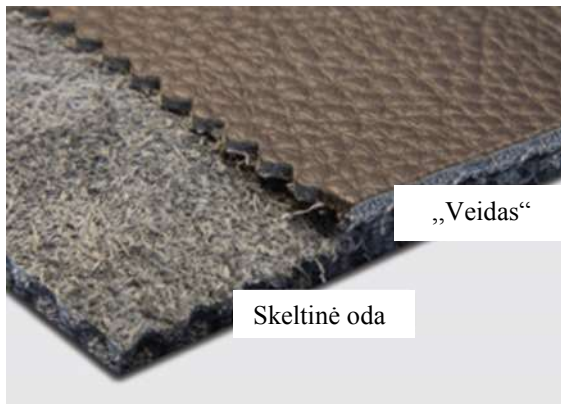
1.1 lentelė. Natūralios odos ir dirbtinės odos kriterijų lentelė [41]

Kriterijai	Natūrali oda	Dirbtinė oda
Medžiagos apibūdinimas	Gyvūnų organas, apdirbtas cheminėmis medžiagomis.	Natūralaus arba sintetinio audinio pluoštas, padengtas PVC (polivinilchloridu), PU (poliuretanu).
Pralaidumas orui	Natūrali oda yra laidi orui.	Dirbtinė oda yra nelaidi orui.
Ilgaamžiškumas	Natūrali oda yra labai patvari (puikiai atrodo net po 10 – 15 metų), prisitaiko prie nepalankių aplinkos sąlygų, tačiau blunka saulėje ir, bėgant metams, suyra.	Dirbtinė oda mažiau patvari, tačiau geriau apsaugo nuo vandens ir nesensta dėl aplinkos sąlygų.
Spalvos	Natūralios odos atspalvių nėra labai daug, daugiausiai rudų ir juodų atspalvių, taip pat gali būti balta.	Dirbtinė oda gali būti pačių įvairiausių spalvų. Ją lengva dažyti.
Biologinis irumas	Natūraliai suyra per 50 metų.	Dirbtinė oda visiškai suyra per tūkstančius metų.
Naudojimas	Natūrali oda dažniausiai naudojama automobilių interjere, baldų gamyboje, striukėms, darbinėms pirštinėms ir batams, rankinėms ir kitiems aprangos aksesuarams gaminti.	Dirbtinė oda dažniausiai naudojama automobilių apmušalams, pigesnėms rankinėms, batams, drabužiams, baldams gaminti.

1.1 lentelė. Tęsinys

Kriterijai	Natūrali oda	Dirbtinė oda
Gamyba	Natūrali oda iš pradžių apdirbama, po to rauginama ir džiovinama.	Dirbtinė oda gaminama iš PVC ir PU rišiklių, apdirbama, kad įgautų panašią į natūralią tekstūrą ir dažoma norima spalva.
Aplinkosauga ir etinės problemos	Etiniu požiūriu natūrali oda išgaunama iš gyvūnų, kurie specialiai dėl šios priežasties medžiojami arba nepalankiomis sąlygomis veisiami fermomis. Apdirbant odą naudojamos kenksmingos cheminės medžiagos.	Aplinkosaugos atžvilgiu dirbtinė oda yra neekologiška, nes natūralioje aplinkoje nesuyra tūkstančius metų. Ji gaminama iš neatsinaujančių gamtos išteklių.

Natūralios odos gamybos procesas daugiapakopis, jo trukmė ilga. Žaliavinė medžiaga apdorojama tam tikromis cheminėmis medžiagomis. Norint naudoti natūralią odą baldų pramonėje būtina ją apdirbti: pašalinti riebalus iš poodinio sluoksnio, rauginti ir išdžiovinti, pašalinti poodinį sluoksnį, taip pat, minkštinti vidinę odos pusę, nuskusti plaukus nuo gyvulinės kilmės odos, kadangi baldams reikia ne tik plonesnės, minkštesnės, bet didelio storio ir odos. Natūralios odos žaliava skaidoma į kelis sluoksnius, žr. 1.1 pav. a ir b. Odą sudaro trys pagrindiniai sluoksniai: epidermis, derma ir poodinis audinys [1].



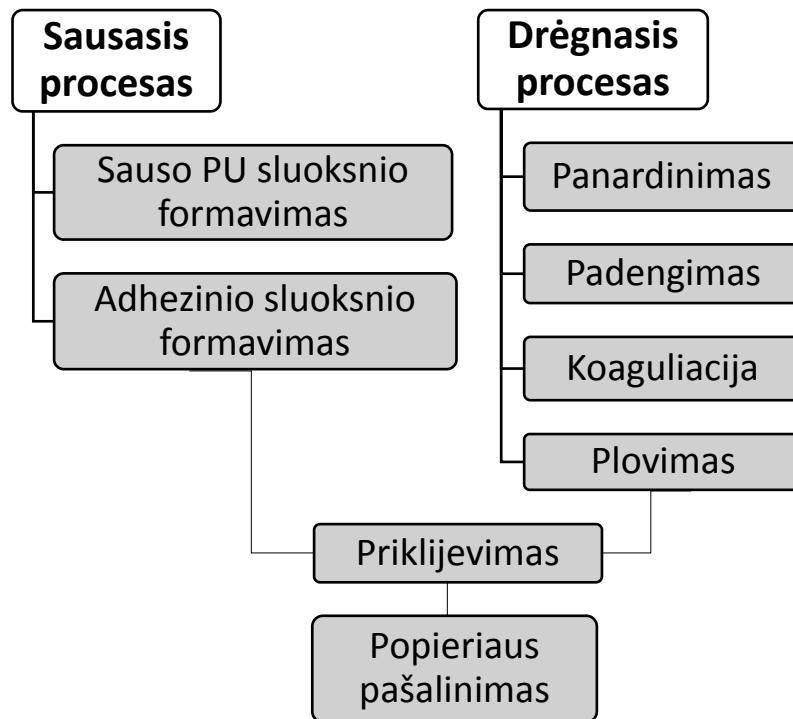
a **b**
1.1 pav. Natūralios odos sandara. **a** - Gyvulinės kilmės natūrali oda; **b**- Žalios odos struktūros schema: 1 – riebalų sanakaupa; 2 – kolageno plaušelių puokštė; 3 – prakaito liauka; 4 – riebalinė liauka; 5 – valktis; 6 – plaukas; 7 – plauko maišelis [1, 38]

Epidermis – plonas paviršutinis odos sluoksnis, kurio išorinė dalis yra raginė. Epidermis sudaro tik 1,5 -2 % visos odos storio. Riba tarp epidermio ir dermos yra nelygi. Tam tikrose vietose, ypač arti plaukų maišelių, epidermis giliai įsiskverbia į dermą, todėl odos išdirbimo metu pašalinus epidermį odos paviršiuje lieka raštas, kuris vadinamas merėja. Derma – tai pagrindinis odos sluoksnis, esantis po epidermiu. Šis sluoksnis yra tvirčiausias. Šį sluoksnį sudaro įvairiomis kryptimis susipynę baltyminės medžiagos plaušeliai.

Vienas iš baigiamųjų natūralios odos išdirbimų procesų — mechaninis minkštinimas. Proceso metu apdorojamos pusodės ar net ištisinės odos. Dažniausiai pasiekti vienodą minkštumą, dideliame odos plote, labai sudėtinga. Minkštinimas vyksta srautinėmis mašinomis, todėl visiškai neįmanoma pakartotinai suminkštinti kurį nors odos plotą. Odos minkštumas nustatomas subjektyviuoju metodu, todėl skirtingus minkštumo plotus aptikti yra sudėtinga [34].

Natūralios odos deformacinės savybės priklauso nuo daugelio veiksnių: odos sandaros, odoje esančių defektų (randai, vabzdžių įgėlimai, raukšlės – tai natūralios odos autentiškumo ženklas, kuris parodo, kad oda yra tikra ir kokybiška [38]) ir topografinės zonos. Formuojant gaminius iš natūralios odos, vyksta odos struktūrinių elementų plaušelių persislinkimas vienas kito atžvilgiu [36,37]. Oda yra elastinga, būdingos didelės grįžtamosios deformacinės savybės, todėl būtina žinoti mechaninių savybių bei jų relaksacinės elgsenos kitimo dėsningumus [36].

Dirbtinės odos gavimo procesą sudaro produktai pagaminti iš naftos produktų, taip pat pridodant plastifikatorių, stabilizatorių, užpildų, dažų miltelių, kurie suteikia odai geras mechanines savybes. Dažniausiai tokią odą sudaro du sluoksniai: polimerinis sluoksnis ir tekstilinis pagrindas. Dirbtinės odos pirmo sluoksnio gavimo procesą galima suskirstyti į du etapus: sausą procesą ir drėgnąjį procesą, žr.1.2 pav. [3].



1.2 pav. Dirbtinės odos gavimo procesų schema [3]

Sausasis būdas išskiriamas į du etapus. Pirmuoju — formuojamas sausas poliuretano (PU) sluoksnis, kurio storis siekia nuo 0,02 mm iki 0,03 mm. Antruoju etapu, suformuojamas adhezinis (lipnumo) sluoksnis, kurio storis siekia nuo 0,04 mm iki 0,05 mm.

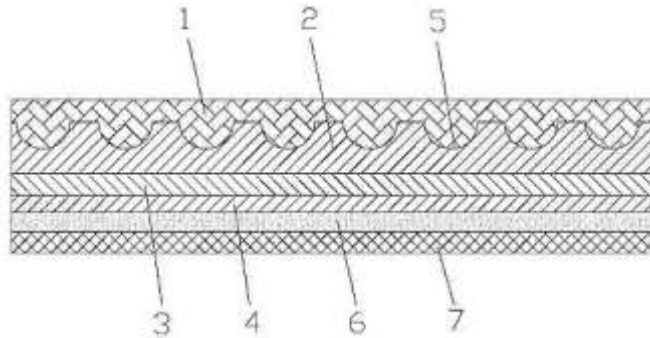
Drėgnasis procesas išskiriamas į keturis etapus. Pirmuoju, substratas yra panardintas į poliuretano dervos mišinį. Antrame etape vyksta padengimas poliuretano dervos junginiu. Trečiame etape vyksta koaguliacija (dangos sukibimas). Paskutiniame etape danga yra plaunama [3]. Antrasis sluoksnis yra sudarytas iš medžiagos, kuri yra netoksiška. Tekstiliniam pagrindui gali būti parenkamos įvairios medžiagos nuo austinių ir neaustinių medžiagų, žr. 1.2 lentelę. [1,4].

1.2 lentelė. Medžiagų substratai [1]

Pluoštas	Pranašumai	Tūkumai
Medvilnė	Puikios adhezinės savybės Nedidėtė terminė susitrauktis	Mažas stiprio ir masės santykis Absorbuoja drėgmę Neatsparus pelėjimui, puvimui, kandims
Poliesteris	Stiprus, tąsus Nedidelis susitraukimas Santykiškai nebrangus Atsparus pelėjimui, puvimui, kandims Gali būti maišomas su medvilne	Maža drėgmės sugertis Ribota tamprioji deformacija
Poliamidas	Stiprus tąsus Geras elastingumas ir tamprumas Geras atsparumas dilinimui Atsparus pelėjimui, puvimui, kandims Gera terminė sudėtis (naudojant oro pagalvėms)	Mažas atsparumas UV spinduliuotei (kai be apsaugos) Dėl drėgmės sugerties gali sukristi Santykiškai brangus (palyginant su poliesteriu)
Polietilenas, polipropilenas	Nedidelė masė Nebrangus Chemiškai inertiškas Atsparus pelėjimui, puvimui, kandims	Žema lydymosi temperatūra (ypač PE) Blogos adhezinės savybės (kai kurių savybių)
Aramidai	Labai didelis stipris tempiant Ypač didelis stiprio ir masės santykis Aukšta lydymosi temperatūra Didelis atsparumas ugniai	Brangūs Neatsparūs saulės šviesai, UV spinduliuotei
Stiklo	Labai atsparus temperatūroms Puikus atsparumas ugniai Geras matmenų pastovumas Atsparus pelėjimui, purvui, kandims Nulinė drėgmės sugertis Puikus atsparumas UV spinduliams	Blogos adhezinės savybės Santykiškai didelės masės Lūžus, nelankstu

Kinų mokslininkai 2016 metais užregistravo patentą [7], kuris atskleidžia dirbtinės odos gamybos procesą atsparų ugniai, žr. 1.3 pav. Tokio tipo oda turi 2,5 mm skersmens, puse milio formos tekstūrą, kuri neleidžia išplisti ugniai, ši forma medžiagoje išsidėsto 1 mm tarpais. Šie tarpai užtikrina struktūrinį stabilumą. Šios odos pranašumas nei kitų: odos sluoksnis padengtas pluoštu atspariu ugniai, kuris sudarytas iš chloruoto sluoksnio. Chloruotas guminis sluoksnis suteikia gerą pasipriešinimą korozijai. Puse milio formos pertvaros palaiko gerą atsparumą

ugniai. Šio tipo odos pasižymi aukšta kokybe ir geromis eksploatacinėmis savybėmis (yra ilgaamžis) [7].



1.3 pav. Ugniai atsparios dirbtinės odos sluoksniai [7]. 1 – Mikropluošto struktūra atspari ugniai; 2 – Pluoštas; 3-4 - Poliuretano ir polistirolu sluoksniai; 5 - Pusmėnulio formos grioveliai; 6 – Stiklinis pluošto sluoksnis; 7 – Chloruotas guminis sluoksnis.

Dirbtinės odos, galima teikti, kad yra sudėtingos sandaros medžiagos, o kiekvienos medžiagos savybės įtakoja galutinio audinio struktūrą bei stiprumo rodiklius. Audinio struktūrą apibūdina septyni parametrai: matmenų ir ataudų žaliava, matmenų ir ataudų ilginiai tankiai, matmenų ir ataudų tankumai ir audinio pynimas. Medžiagos sandaros parametrus įvertina integraliniai audinio struktūros rodikliai [26].

1.2. Dirbtinės odos mechaninės savybės

Natūrali oda pasižymi geromis technologinėmis ir eksploatacinėmis savybėmis, tobulėjant technologijoms mokslininkai sukūrė jos pakaitalą, kuris prilygsta natūralios odos savybėms. Norint įvertinti paviršiaus savybes, reikia nustatyti vilgumo kampą, kuris turi didelę įtaką apdailos procesams [30], bei rentgeno spindulių elektroninės spektroskopijos arba atominių jėgų mikroskopijos metodais iširti kitas paviršiaus savybes.

Natūralios odos technologiškas viršutinio sluoksnio apdorojimas, taikant poliuretanine dangos metodą garantuoja geras organoleptines savybes ir ilgaamžiškumą. Oda pasižymi: stiprumu (atspari plyšimams), tamprumu, lankstumu, suteiktos formos pastovumu, gera išvaizda, atsparumu purvui yra atspari drėgmei bei nepralaidi vandeniui [1].

Dirbtinės odos mechaninės savybės prilygsta natūralios odos savybėms. Ji atspari drėgmei, atspari plėšimui, tempimui ir trinčiai, nepralaidi vandeniui. Didžiausias šios odos trūkumas - prastos higieninės savybės: ne laidumas orui, vandens garams.

Siekiant padidinti dirbtinės odos minkštumą arba sumažinti kietumą, dirbtinės odos formuojamos su lanksčia PVC derva. Tačiau ne visos elastomerinės medžiagos yra suderinamos su poliolefinais. Norint pasiekti galutinio produkto lankstumą dažniausiai naudojamas parafino aliejus, o viršutinis sluoksnis suteikia šiluminę varžą [5]. Taip pat, dirbtinės odos gali blokuoti elektromagnetines bangas, tuomet tokia oda yra sudaryta iš blokuojamo sulaikančiojo sluoksnio. Toks sluoksnis gaunamas į dervą įmaišius metalo dalelių, tokiu būdu išformuota oda yra laidus elektrai [6].

Perdirbimo į gaminius metu, dirbtinė oda patiria įvairias apkrovas, o kai gaminys pasiekia galutinį vartotoją, oda dėvėjimo metu atskirose vietose yra veikiami dinaminių apkrovų. Šių apkrovų poveikis baldams, viso dėvėjimo periodo metu, turi neprarasti savo pradinės formos. Todėl tokiose odose susidaro didesni įtempiai. Odos, naudojamos minkštuose balduose didžiausios deformacijos atsiranda sėdimoje dalyje, nors daugumos baldų kokybė priklauso nuo odos rūšies, todėl tokios odos turi pasižymėti atsparumu trinčiai ir tamprumu [8, 9].

Dirbtinės odos gaminiams keliami įvairūs reikalavimai, vienas iš jų — formos stabilumas, kurį nulemia odos tamprumas. Ankstesni tyrėjų tyrimai parodė, kad deformacinę gebą bei tamprumo savybes galima gauti tampromačiu. Tyrinėti neperforuotos ir perforuotos dirbtinės odos bandiniai iš gerosios pusės ir blogosios pusės. Tyrimų rezultatai parodė nedidelį skirtumą tarp pusių. Mažesnis tamprumas, gaunamas iš tekstilinio pagrindo pusės, o deformacijos didesnės gaunamos tekstilinio pagrindo atžvilgiu, bet dideles smūgines apkrovas patiria perforuotos odos [8].

Literatūros šaltiniuose teigiama, kad medžiagų atsparumas nuovargiui priklauso tiek nuo medžiagos savybių tiek ir struktūros ne vientisumo ir t. t. [10, 11]. Baldams skirtas audinys turi lengvai formotis ir tuo pačiu būti pakankamai stiprus, kad nuolat veikiant tempiamoms jėgoms neblogintų audinio eksploatacinių savybių [13]. Įvairiems gaminiams keliami eksploataciniai reikalavimai, neišimtis ir dirbtinės odos baldams. Minkštiems baldams

eksploatacijos laikas yra ženkliai ilgesnis nei rūbams, baldų apmušalai dėvimi intensyviau, todėl jiems gaminti skirtos medžiagos turi pasižymėti itin gerais kokybiniais rodikliais: tvirtumu, stabilumu, spalvos atsparumu (nekisti veikiant šviesai, sausam/šlapiam trynimui), trinčiai (15000 – 30000 ciklų) [14].

2. TYRIMŲ KRYPTIES PAGRINDIMAS

Šiandieninėje baldų rinkoje atsiradus pasiūlymams įsigyti minkštus baldus aptrauktus dirbtinės odos užvalkalais. Daugumoje pardavimų vietų pirkėjams teigiama, kad savybės yra panašios į natūralios odos savybes arba netgi jos yra pranašesnės už natūralios odos. Todėl, ne retai, dirbtinės odos produktų pavadinimai sudaromi iš žodžių junginių, kad juose būtų ir žodis “oda”, pvz.: regeneruota oda, struktūrinė oda, presuota oda [18].

Dirbtinė oda, dar kitaip vadinama “eko oda” labai greitai nusitrina, joje susidaro raukšlės, o pro kvėpavimo poras į paviršių išlenda tekstilės pluoštas, žr. 1.4 pav. [18]. Kai paviršiuje atsiranda įtrūkiai, atsiranda grėsmė, kad toje vietoje atsiras įplyšimai. Įplyšimas — tai viena iš dažniausiai pasitaikančių staigaus suirimo priežasčių. Vienas iš svarbiausių rodiklių, apibūdinančių audinio stiprumą — vidinė plėšimo jėga. Šis rodiklis parodo medžiagų ir konstrukcijų stiprumo atitiktį standartų reikalavimams [29].

Galima teigti, kad dirbtinė oda nėra sudaryta iš vienasluoksnių komponentų, todėl naudojimas ne vienasluoksnių komponentų odos gamyboje padidina mechaninį stabilumą, gaminio formos pastovumą dėvėjimo metu, kai jis yra tempiamas ar gniuždomas. Tuo metu vyksta valkšnumo deformacijos relaksacijos bei įrašos relaksacijos procesai [28].



a



b



c

1.4 pav. Dirbtinės odos apmušalų defektai; **a; c** – viršutinio sluoksnio nusiūksniavimas; **b** – raukšlių susidarymas

Paviršiaus nusidėvėjimas priklauso nuo dviejų odos sluoksnių. Adhezinis sluoksnis kinta tiesiškai kontaktinėje srityje, (kontakto sritis priklauso nuo paviršiaus pobūdžio ir išorinės apkrovos). Taip pat, dirbtinės odos paviršius labai dažnai nublunka, minkšti baldai eksploatacijos metu patiria trintis (sausąją ir šlapiąją). Todėl, labai svarbu įvertinti trinties įtaką viršutinio sluoksnio spalvos pokyčiui. Spalvos pokytį įvertinti galima naudojantis Tarptautiniu standartu, naudojant nusidažymo atsparumo metodą [19, 27]. Kitas labai svarbus veiksmas – dirbtinės odos priežiūra. Sintetinio paviršiaus negalima valyti cheminėmis medžiagomis, po valymo pakinta medžiagos standumas [39].

Anksčiau, kai dar dirbtinės odos sudėtis buvo 100 % guma, pagaminti minkšti baldai atrodydavo gražiai, bet dėl prastai išdirbtos technologijos, kai kurios gamyklos dirbtinę odą gamino nekokybiškai. Todėl minkštų baldų paviršius po kelių metų nusidėvėdavo. Šiai dienai, sparčiai tobulėjant technologijoms, atsiranda gamintojų gebančių naujas dirbtinės odos technologijas taikyti teisingai [40].

Šio darbo tikslas – ištirti dirbtinės odos eksploatacines savybes naujoje ir naudotoje dirbtinėje odoje. Tyrimams atlikti buvo pasirinkta įmonės, UAB „Sadiva“ eksploatuotos ir neeksploatuotos natūralios odos pakaitalai: *Montana 02, Dakota 06, Faro 04 ir Bari 05*.

Šiam tikslui pasiekti, buvo iškelti šie uždaviniai:

- Ištirti odų mechaninę elgseną ir mechaninių apkrovų įtaką dangos įtrūkų atsisluoksniavimo formavimuisi;
- Ištirti eksploatuotų ir neeksploatuotų odų paviršiaus savybes optiniu mikroskopu;
- Ištirti dangos spalvos atsparumą, naudojantis cikliniu slankiojamuoju trynimu, priklausomai nuo trinančio paviršiaus charakteristikų.

3. TYRIMŲ METODOLOGIJA

3.1. Tyrimo objektai

Darbe naudota UAB „Sadiva“ įmonės dirbtinės odos nauji ir naudoti odos bandiniai: *Montana 02, Bari 05, Dakota 06, Faro 04*. Siekiant išsiaiškinti dėl kokių sąlygų ir priežasčių dirbtinė oda, naudojama baldų pramonėje išsisluoksniuoja ir nusidėvi, priklausomai nuo dirbtinės odos polimerinio ir tekstilinio pagrindo. Tyrimams naudotų dirbtinės odos audinių apibūdinimai ir savybės, pateikiami 3.1 lentelėje.

2.1 lentelė. Tiriamos medžiagos

Medžiaga	Žymėjimas	l , mm	ρ , g/m ²	Apibūdinimas
1.	2.	3.	4.	5.
Montana 02	M	0,95 ± 0,1	0,00056	1. Poliuretano sluoksnis 2. Tekstilinis pagrindas.
Bari 05	B	1,45 ± 0,1	0,00047	1. Poliuretano sluoksnis. 2. Perdirbtas natūralios odos pagrindas.
Dakota 06	D	0,84 ± 0,1	0,00052	1. Poliuretano sluoksnis. 2. Tekstilinis medvilnės pagrindas.
Faro 04	F	1,40 ± 0,1	0,00042	1. Poliuretano sluoksnis. 2. Tekstilinis medvilnės pagrindas.

3.2. Bandinių paruošimo metodika ir tariamojo tankio nustatymas

Tyrimams bandiniai buvo ruošiami iš įmonės pateiktų pavyzdžių. Bandinių kondicionavimas buvo vykdomas remiantis tarptautiniu standartu LST EN ISO 2231:2000 [20]. Visi bandiniai buvo kondicionuojami mažiausiai 24 val. Patalpos temperatūra siekė 23° C ± 2° C, o santykinis oro drėgnumas siekė 20 % ± 5 % R.H.

Po kondicionavimo visiems bandiniams buvo išmatuotas storis, remiantis standartu LST EN ISO 2589:2002 [23]. Stormatis buvo padedamas ant horizontalaus paviršiaus. Bandinys buvo dedamas į prietaisą, gerąją pusę į viršų. Atsargiai nuleidžiant apkrovą, po 5 s. fiksuojamas bandinio storis. Bandinio storis buvo matuojamas penkiose skirtingose bandinio vietose, po šių matavimų buvo išvestas aritmetinis vidurkis, kuris buvo išreikštas 0,01 mm tikslumu [23].

Medžiagoms buvo atliekamas tariamojo tankio nustatymas, remiantis standartu

LST EN ISO 2420:2002 [24]. Tiriamasis bandinio tankis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$D_a = \frac{1,273 \times 10^6 \times m}{t \times d^2}; \quad (2.1)$$

čia:

t – bandinio storis, mm;

w – bandinio skersmuo, mm;

t – bandinio masė, g.

3.3. Mechaninių savybių nustatymo metodika

Dirbtinės odos mechaninėms savybėms įvertinti buvo paruošti stačiakampės formos bandiniai, kurių darbinė zona - 40 mm x 15 mm dydžio. Tiriamieji bandiniai buvo iškirpti išilgai siūlų stulpelio, kai pagrindas – neaustinė medžiaga (veltinis), tai bandiniai buvo iškerpami stačiakampės formos, tvarkingais kraštais. Mechaninės savybės buvo nustatytos aplinkos temperatūroje, naudojantis universalia vienašio tempimo bandymo mašina H25KT *Tinius Olse*, Anglija (jėgos matavimo riba ne mažesne kaip 20000 N), esant 50 mm/min viršutinio veržtuvo greičiui. Atstumas tarp spaustuvų buvo nustatytas 40 mm ± 1 mm. Taip pat, buvo naudojama kompiuterine programa „QMat Testzone“, kurioje buvo fiksuojami rezultatai.

Bandiniai buvo ruošiami remiantis Lietuvos standartu LST EN ISO 1421:1998, taikytas 1-asis metodas – juostelės bandymo metodas [15]. Šiuo metodu nustatomas tempiamasis stipris ir nutraukiamasis pailgėjimas. Iš kiekvienos dirbtinės odos (naudotos ir nenaudotos) buvo iškirpti 6 bandiniai išilgine, skersine ir 45° kampu. Tiriamieji bandiniai buvo traukiami pastoviu greičiu iki nutrūkimo. Naudojant 1 – ajį metodą, buvo nustatomos didžiausios jėgos ir pailgėjimas esant didžiausiai jėgai [15].

Tiriamasis bandinys įtvirtinamas į stacionarius spaustuvus taip, kad jo išilginė vidurio linija eitų per spaustuvų priekinių briaunų vidurio tašką.

3.4. Spalvos atsparumo cikliniam slankiojamajam tyrimui metodika

Dirbtinės odos spalvos atsparumui nustatyti buvo naudojamas standartas

LST EN ISO 11640:2012 [21], kuris nustato išdirbtos odos paviršiaus pokytį, jį trinant veltiniu. Dirbtinės odos bandinio tiriamoji pusė trinama vilnos veltinio gabalėliu, atlikti ciklai po 250, 500 ir 750. Dirbtinės odos ir veltinio spalvos pokyčiai buvo nustatyti naudojant pilkąją skalę, o visi kiti paviršiaus pokyčiai, taip pat, buvo fiksuojami.



2.2 pav. Atsparumo trynimui nustatymo prietaisas

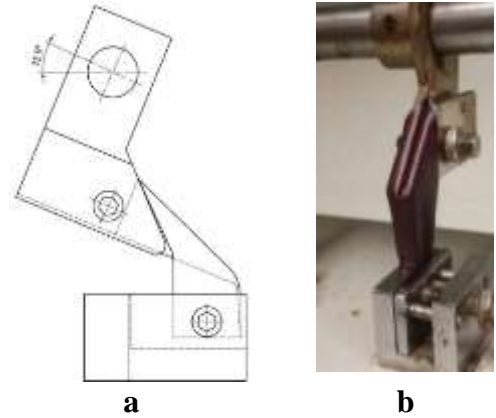
Tyrimui atlikti buvo naudojamas dangos atsparumo nusitrynimui nustatymo prietaisas, IG/10/MOD (f. GIULIANI), Nr. 14279, žr. 2.2 pav. Piršto masė 500 g, vežimėlio judėjimo dažnis 40 min. [22]. Paruošti kvadratiniai 15 mm x 15 mm juodo ir balto veltinio gabaliukai, kurie išpjauti iš grynos vilnos. Šie vilnos gabaliukai buvo paruošti sausam ir šlapiam trynimams, prieš tai įmirkant veltinį. Veltinio gabalėlis pamerkiamas į dejonizuotą vandenį, pašildant iki virimo temperatūros, kol veltinio gabaliukas nugrimzta ant dugno, tuomet užvirintas vanduo nupilamas ir vilnos gabaliukai užpilami šaltu dejonizuotu vandeniu ir laikoma, kol pasiekama kambario temperatūra. Tiriamasis bandinys — stačiakampės formos 120 mm x 20 mm ± 1 mm bandinys, kiekvienai ašies padėčiai [21].

3.5. Atsparumo lankstymui nustatymo fleksometru metodika

Dirbtinės odos lankstymo atsparumui atlikti buvo naudojamas fleksometras (odos lankstytuvas IPK 2M, Nr.78), žr. 2.3 pav. Dirbtinės odos paviršiaus tyrimai buvo atliekami po 1000, 2000, 10000, 20000, 30000 ciklų.



2.3 pav. Fleksometras



2.4 pav. Bandiniai įstatyti į fleksometrą; **a** – bandinio įstatymo schema; **b** – realus bandinys įdėtas į fleksometrą.

Tyrimui atlikti buvo naudojamas standartas LST EN ISO 32100:2011 (Atsparumo lankstymui nustatymas fleksometru). Bandinys buvo lenkiamas į gerąją odos pusę ir įtvirtinamas spaustuve 90° kampu, žr. 2.4 pav. a ir b. Po šio tyrimo bandiniai buvo tikrinami optiniu mikroskopu, kur buvo fiksuojami dangos pakitimai. Tyrimo metodika pateikiama 2.6 skyriuje.

3.6. Paviršiaus defektų tyrimo optiniu mikroskopu metodika

Prieš atliekant paviršiaus tyrimus, būtina atlikti ciklinį varginimą. Paviršiaus smulkių struktūrų pakitimams užfiksuoti buvo naudojamas optinis mikroskopas „Infinity 1“ su šviesos šaltinis „KL 1500 LCD“, žr. 2.5 pav. Mikroskopas turi 4 objektyvų sukamą galvutę su įvairiais didinimo objektyvais.



2.5 pav. Optinis mikroskopas „Infinity 1“

Paviršiaus pažeidimams didinti buvo naudojami dviejų tipų galvutės su 4x, 10x objektyvais. Mikroskopu buvo nustatomi odos paviršiuje esantys pakitimai: įdubimai, nelygumai, gruoblėtumai ir kt.

3.7. Matematinės statistikos, eksperimentų rezultatų apdorojimo metodikos tikslumo pagrindimas

Norint įvertinti išmatuotus rezultatus, būtina įvertinti gaunamas matavimų paklaidas. Bet kuris matavimas duoda ne tikslią matuojamo dydžio vertę, o tik apytikrę [42]. Šios paklaidos atsiranda dėl prietaisų netikslumų, taip pat daug įtakos rezultatams turi ir kitos klaidos daromos eksperimentų metu. Pavyzdžiui, iškerpant bandinius, išmatuojant jų storius, atliekant tempimo bandymus su tempimo mašina. Dažniausiai užrašytas per didelis skaičiaus tikslumas, neduoda naudos, o apsunkina tolimesnius skaičiavimus [42].

Darbo rezultatams nustatyti buvo atliekami matematinis statistikos rezultatų apdorojimas. Kiekvienas matavimas buvo atliekamas po 5 kartus. Statistiniam duomenų apdorojimo rodiklių nustatymui buvo naudojamos formos:

Aritmetinis vidurkis (arba imties vidurkis) \bar{X} [42]:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}; \quad (2.2)$$

Eksperimentinis standartinis nuokrypis s [42]:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}; \quad (2.3)$$

čia:

$X_i - \bar{X}$ – atskiro rezultato nuokrypis nuo aritmetinio vidurkio;

n – rezultatų skaičius.

Variacijos koeficientas V [42]:

$$v = \frac{s}{\bar{X}} \times 100, \% . \quad (2.4)$$

Kai variacijos koeficientas $v \leq 5 - 10 \%$, tai rezultatų sklaida nedidelė, jei rezultatas siekia 15-20 % - didelė, o jei jis $\geq 20 \%$ - labai didelė [42].

4. TYRIMO REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

4.1. Dirbtinės odos mechaninė elgsena

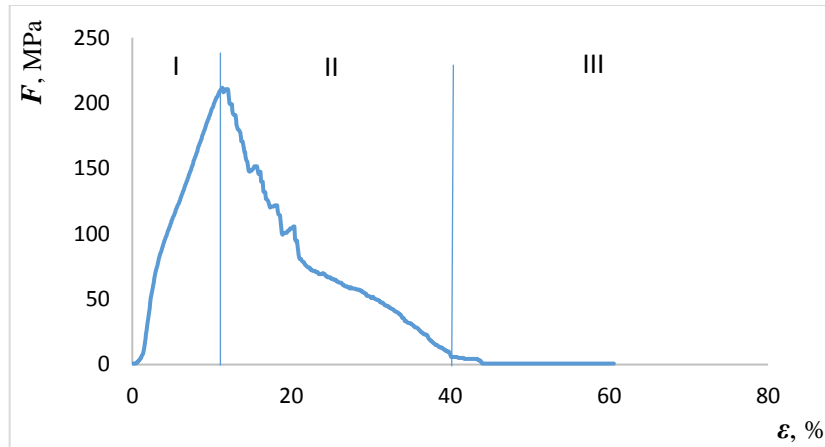
Tirti dirbtinės odos, polimeriniu sluoksniu dengti tekstilinio pagrindo bandiniai, kurie naudojami minkštų baldų pramonėje. Šiems bandiniams buvo atlikti mechaninės elgsenos tyrimai. Bandiniai buvo paruošti skersine, išilgine ir 45 ° kampu. Naudojantis vienašia universalia bandymo mašina, nustatyta, kad bandinių mechaninė elgsena tempimo metu yra skirtinga ir tam įtakos turi polimerinė plėvelė bei tekstilės struktūra ir savybės.

4.1 lentelė. Bandinių duomenys tempimo metu

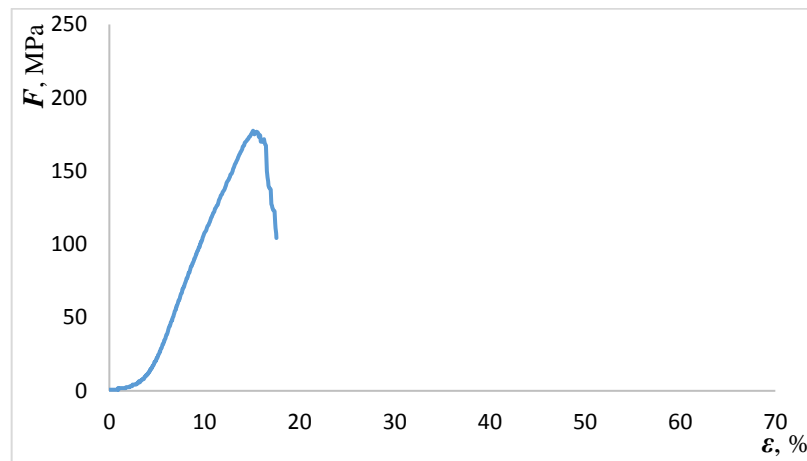
Medžiaga	Žymėjimas	Storis, mm	Parametrai					
			Stipris tempiant, MPa			Trūkimo jėga, N		
			Išilginė	Skersinė	45° kampu	Išilginė	Skersinė	45° kampu
Dakota 06	D	0,84	19,1	10,3	3,2	240,8	130,0	40,0
Montana 02	M	0,95	14,9	11,1	5,1	211,8	157,5	72,3
Bari 05	B	1,45	3,5	9,0	6,5	75,0	195	141,8
Faro 04	F	1,4	3,6	4,0	4,6	75,0	84,3	95,8

Bandinyje, kurį veikia išorinės jėgos, atsiranda įtempiai. Įtempiai nusako vidinių jėgų, kuriose yra išorinių jėgų veikimo pasekmė, pasiskirstymo intensyvumas. Bandinį veikiant išorinėmis jėgomis keičiasi bandinio forma ir matmenys – bandinys deformuojasi [25]. Atlikus tyrimus tarp skirtingų rūšių dirbtinių odų, gaunami skirtingi rezultatai.

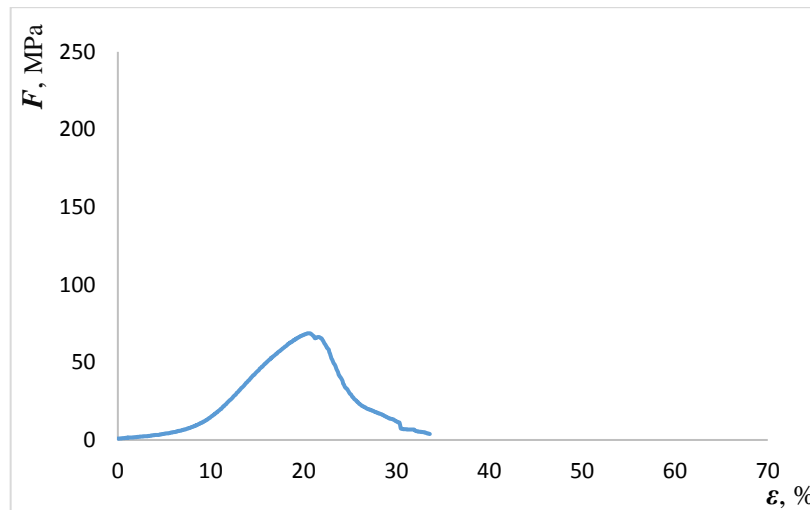
Dirbtinė oda *Montana 02* išilgai kirpti bandiniai pasižymi 22 % prastesnėmis stipruminėmis savybėmis, lyginant ją su *Dakota 06* (4.1 lentelė). Viršutinis polimerinis sluoksnis jautrus tempiant.



4.1 pav. Sintetinės odos „M“ jėgos priklausomybė nuo pailgėjimo išilgine kryptimi



4.2 pav. Sintetinės odos „M“ jėgos priklausomybė nuo pailgėjimo skersine kryptimi



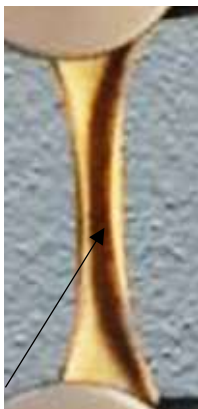
4.3 pav. Sintetinės odos „M“ jėgos priklausomybė nuo pailgėjimo 45° kryptimi

Dirbtinių odų mechaninės elgsenos kreives, galime išskirti į tris skirtingus etapus. I etape – vyksta bandinio ištempimas. Bandinio tempimo pradžioje, bandinio pirmame ir antrame sluoksniuose vyksta kitimas. II etapas – bandinio standumas padidėja, kai tempiamą bandinį pradeda veikti jėgos, taip pat, didėja ir jėga, kuri reikalinga audinio deformavimui. III etapas – visiškas bandinio ištempimas ir bandinio nutrūkimas [25, 32].

Dirbtinę odą sudaro dvi, skirtingos struktūros ir savybių medžiagos. Bandinio tempimo metu jų savybės turi įtakos medžiagos mechaniniai elgsenai. Tyrimų metu nustatyta, kad dirbtinių odų sluoksniai, didėjant santykiniai deformacijai suyra ne vienu metu. Tempiant visų odų bandinius ir didėjant jų deformacijai, pirmiausiai pažeidžiamas viršutinės plėvelės sluoksnis.

Išilgai kirptų bandinių „M“ ir „D“ stiprumas yra didžiausias, tai atsispindi jų grafikuose (4.1 pav. ir 4.8 pav.) išskyrus „B“ ir „F“ odas. „B“ bandinys atlaiko 82 % mažiau tempimo jėgos nei bandinys „D“ (4.5 pav. ir 4.11 pav.). Visų dirbtinių odų bandiniai suyra per plėvelę, ilgiausiai išliekant nesuirusiems matmenų siūlams. Stipris pradeda mažėti, kai ima irti matmenų siūlai. Iš pradžių jie tįsta, nors plėvelė jau būna suirusi. Toliau bandinį tempiant palaipsniui suyra atskiri matmenų siūlai. Skersine kryptimi tempti bandiniai pradeda irti tolygiai (kartu), bet pirmiau pradeda irti siūlai, o po kelių sekundžių suyrą ir plėvelė. Galiausiai bandinys nutrūksta.

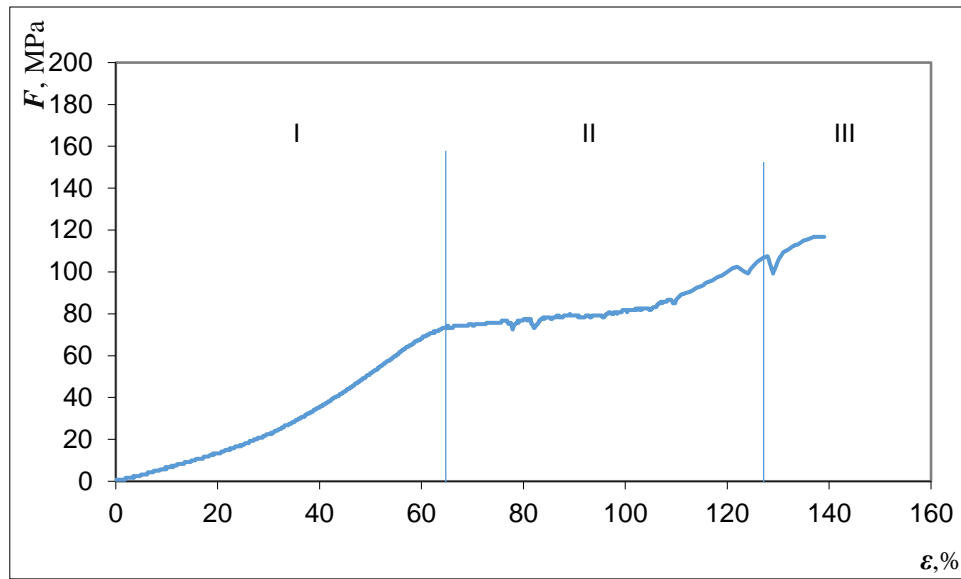
Įtaka stiprumo savybėms įstrižai kirpto bandinio tiek plėvelės, tiek ataudų, tiek matmenų yra vienoda. Pasiekus didžiausią stiprumą medžiaga pradeda irti, kartu yrant sistemos siūlams ir plėvelei. Kadangi bandinys kirptas įstrižai, tai išilginė deformacija vyksta ne tik išsitempant palaipsniui bandiniui, bet bandinio kraštams užsiriečiant į audinio plėvelės pusę (4.4 pav.).



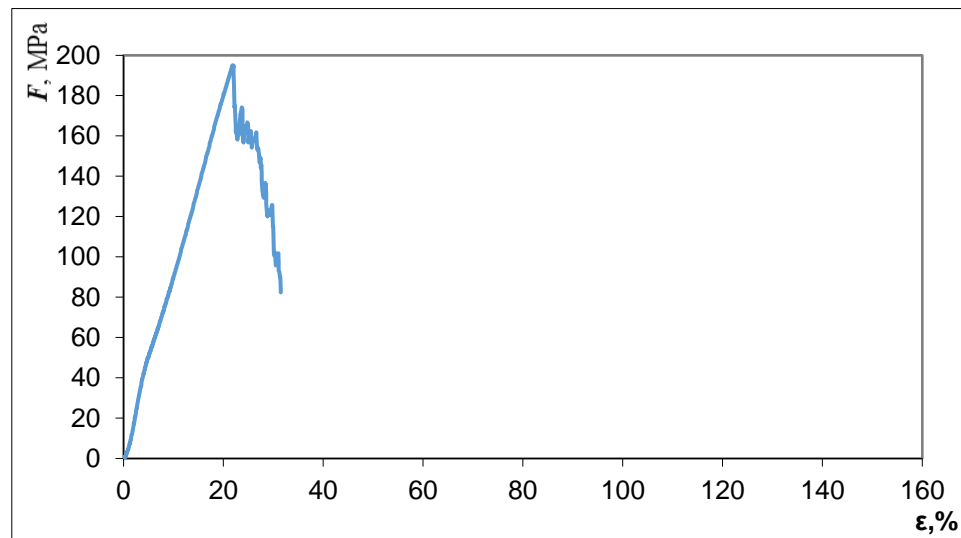
4.4 pav. Bandinio kraštų užsiritimas į audinio pusę

Galima teigti, kad bandiniui būdinga anizotropija, todėl dėl šios savybės sunku vertinti bandinio elgseną. Taip pat, gaunamas sudėtingas bandinio deformavimo pobūdis, kuris nulemia atskirų bandinio zonų netolygų pailgėjimą. Tempiant bandinį 45° kampu, labiausiai deformuojasi vidinė bandinio zona [31].

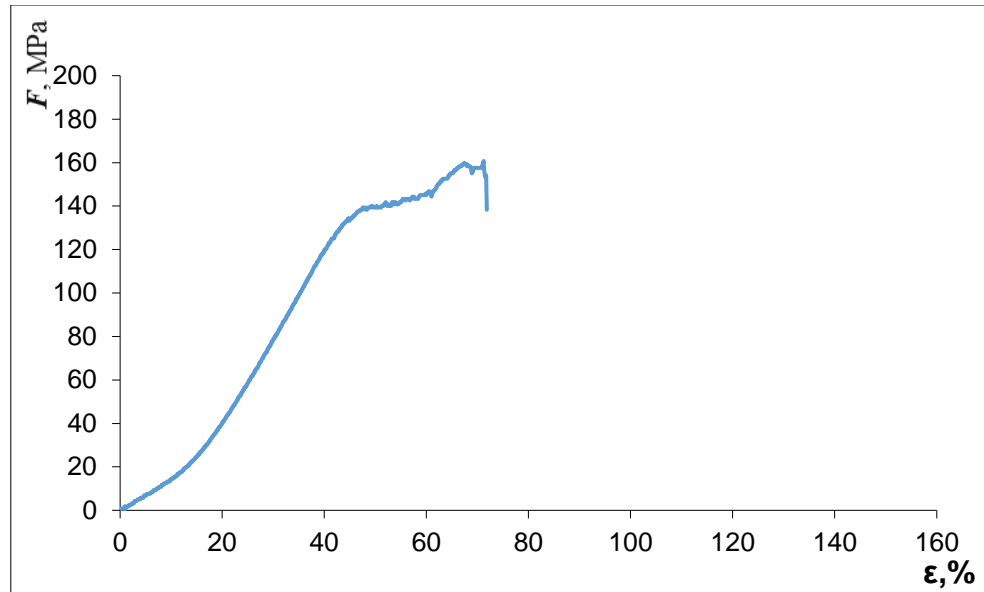
Dirbtinės odos „Bari“ skersine kryptimi kirpti bandiniai pasižymi 19 % mažesnėmis savybėmis nei „Montana“ bandiniai. Bandinys pradeda irti pasiekęs 195 N ribą, tuo tarpu bandinys pailgėja apie 23 %. Dirbtinė oda yra linkusi į tąsumą, tai matyti tempimo metu ir iš grafikų (4.5; 4.6; 4.7 pav.). Pasislinkus neaustiniui pagrindui pradeda matytis plėvelės apatinė zona (balti taškai). 45° kampu kirpti bandiniai išsitempė daugiausiai, jų pailgėjimas siekė ≈ 70 % ir po to bandinys staigiai nutrūko. Tai rodo, kad „B“ bandiniai 45° kampu atlaiko 22 % daugiau apkrovos jėgos nei „M“ dirbtinė oda.



4.5 pav. Dirbtinės odos „B“ jėgos priklausomybė nuo pailgėjimo išilgine kryptimi

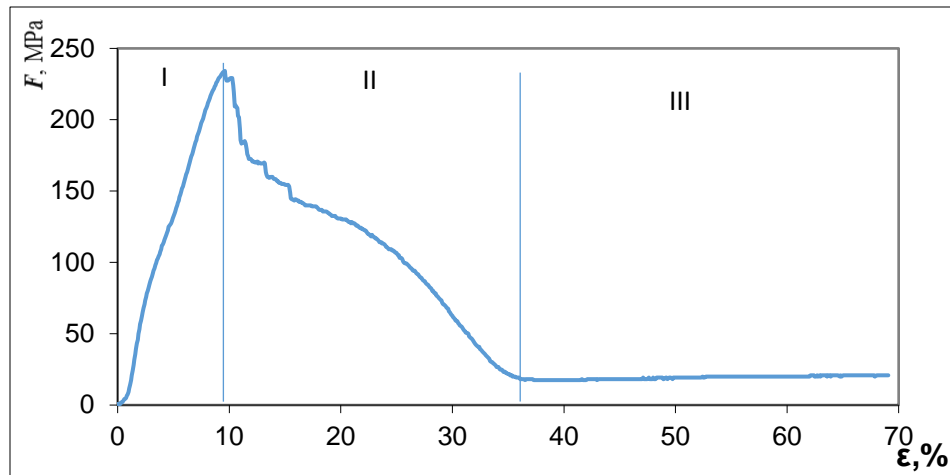


4.6 pav. Dirbtinės odos „B“ jėgos priklausomybė nuo pailgėjimo skersine kryptimi

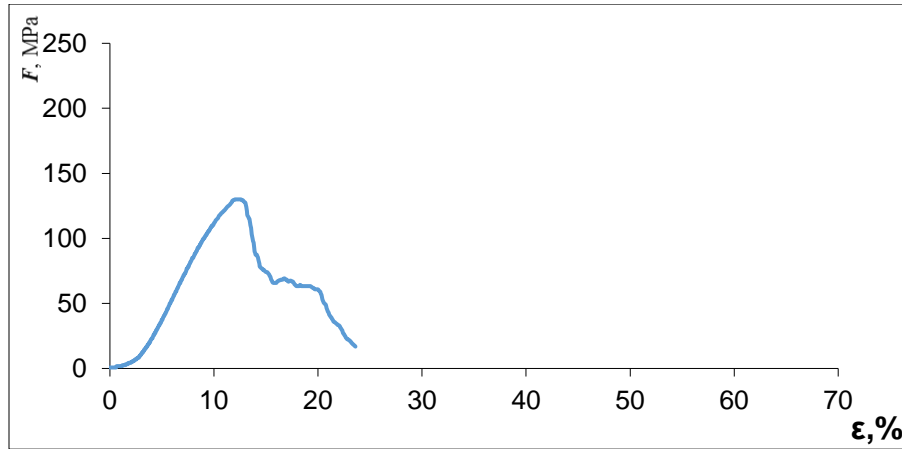


4.7 pav. Dirbtinės odos „B“ jėgos priklausomybė nuo pailgėjimo 45 ° kryptimi

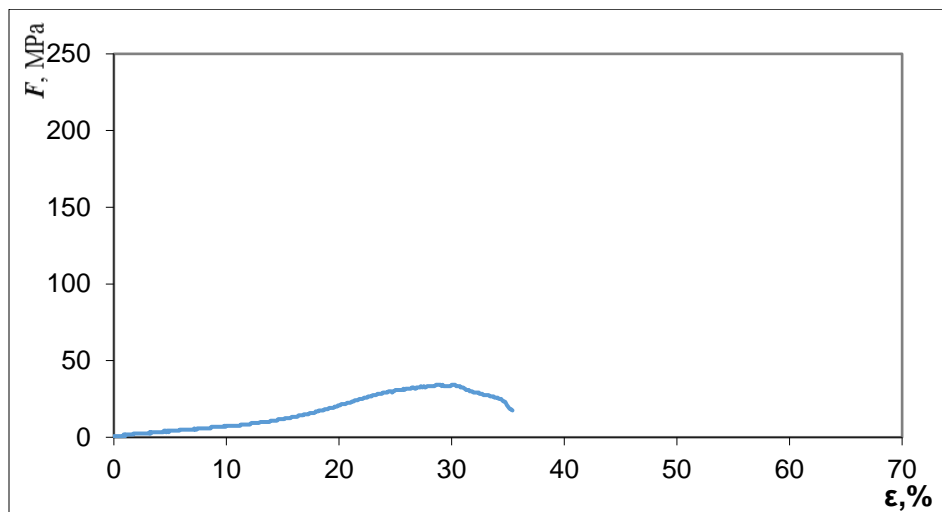
Išilgai kirpti „Dakota“ bandiniai, lyginant ją tarp tirtų visų bandinių yra stipriausi. Ji atlaiko 72 % daugiau jėgos nei „B“ bandinys išilgine kryptimi, kuris atlaiko mažiausiai apkrovų, žr. 4.8 pav. Iš pradžių plyšimas įvyksta tekstiliniame sluoksnyje, o po to ir plėvelėje. 45° kampu kirptų bandinių stiprumas mažas, tiek ataudų tiek matmenų krypties siūlai nesuteikia bandiniui jėgos (4.10 pav.). Bandiniui greitai išsitempus, greitai nuplyšta ir plėvelė. Skersinės krypties bandiniams pirmiausia nutrūko plėvelė. Nutrūkus viršutiniam odos sluoksniui, tempimo metu užfiksuota, kad bandinys dar laikosi ant siūlų. Išsideformavus bandiniui stipris nukrenta, tai rodo, kad oda atlaiko 51 % mažesnes apkrovas, nei bandinys „B“. Šios rūšies oda linkusi į tąsumą, tempiant plėvelėje susidaro raukšlės.



4.8 pav. Dirbtinės odos „D“ jėgos priklausomybė nuo pailgėjimo išilgine kryptimi



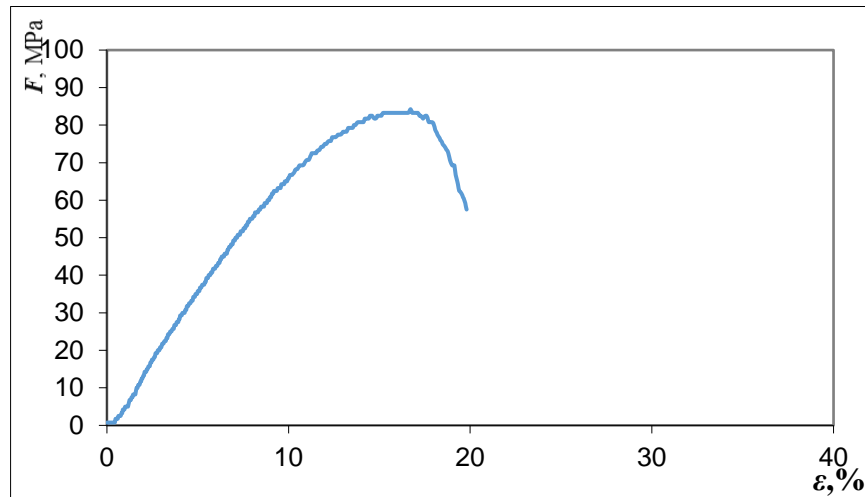
4.9 pav. Dirbtinės odos „D“ jėgos priklausomybė nuo pailgėjimo skersine kryptimi



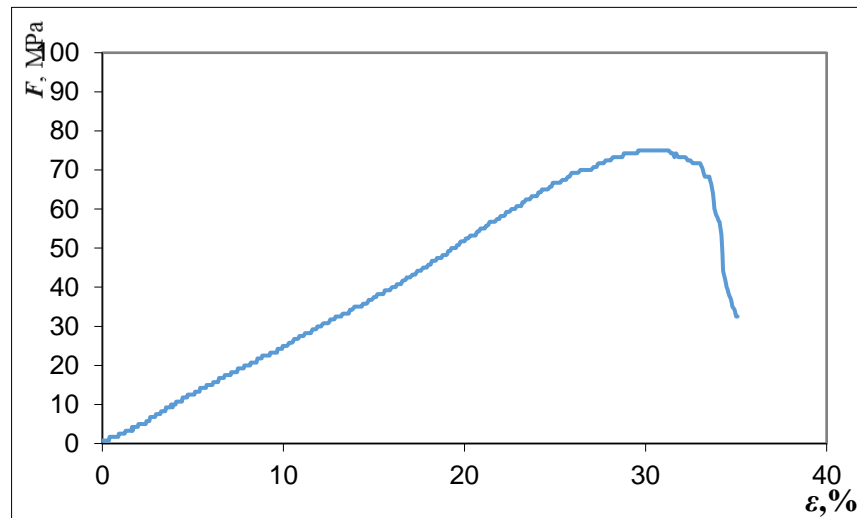
4.10 pav. Dirbtinės odos „D“ jėgos priklausomybė nuo pailgėjimo 45 ° kryptimi

„Faro“ bandiniai, taip pat linkę į tąsumą, bandinio viršutiniame sluoksnyje susidaro raukšlės. Trūkimo metu pirmiau plyšta plėvelė, o po kelių sekundžių nuplyšta austinis sluoksnis (4.11, 3.10, 3.13 pav.). Visi bandiniai (skirtingomis kryptimis) plyšta vienodai.

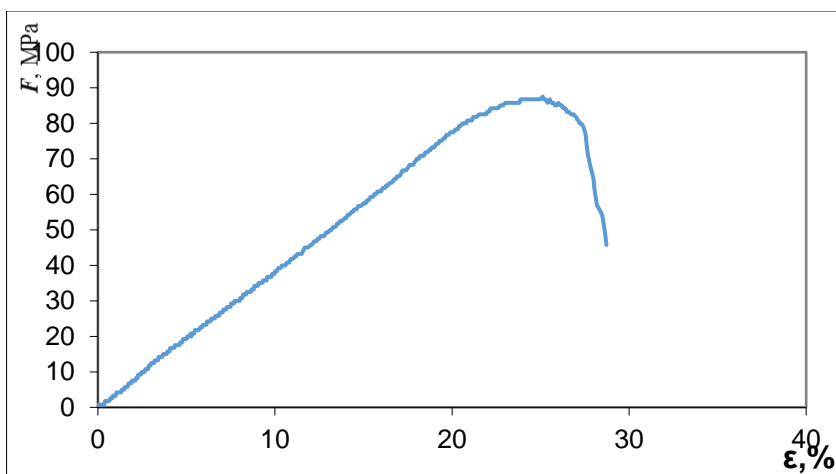
45° kampu kirpti bandiniai yra stipriausi (4.13 pav.). Bandiniai atlaiko 13 % daugiau jėgos nei skersine kryptimi kirpti. Išilgine kryptimi kirpti bandiniai atlaiko 22 % daugiau nei 45° kampu kirpti bandiniai.



4.11 pav. Dirbtinės odos „F“ jėgos priklausomybė nuo pailgėjimo išilgine kryptimi



4.12 pav. Dirbtinės odos „F“ jėgos priklausomybė nuo pailgėjimo skersine kryptimi



4.13 pav. Dirbtinės odos „F“ jėgos priklausomybė nuo pailgėjimo 45 ° kryptimi

Tyrimų metu nustatyta, kad skiriasi ne tik dirbtinių odų stipris tempiant, bet ir jų deformacinės savybės. Visas tirtas dirbtines odas sudaro du sluoksniai: polimerinė plėvelė ir tekstilinio sluoksnio audinys. Priklausomai nuo šių sluoksnių savybių pasireiškia mechaninės elgsenos skirtumai. Tyrimų metu nustatyta, kad geriausiomis deformacinėmis savybėmis pasižymi dirbtinės odos *Montana* ir *Dakota*. Lyginant šias dvi dirbtines odas, tar jų išryškėja ne žymus 4 % stiprio skirtumas tempimo metu. Jėgos atžvilgiu prasčiausiai pasižymi „Faro“ ir „Bari“ dirbtinės odos. *Faro* stipris lyginant su „Dakota“ siriasi 63 %, o *Bari* 42 %. Šių rūšių bandiniai greitai išsitempdavo ir nutrūkdavo. Taip pat, jų plėvelė neatlaiko mechaninių apkrovų, suirus plėvelei bandiniai tempdavosi ant siūlų.

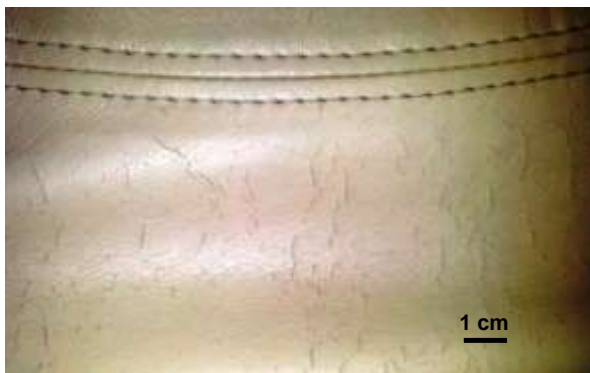
4.2. Ciklinio lankstymo įtaka paviršiaus defektų susidarymui

Dauguma minkštų baldų nėra ilgamažiai, jie per visą eksploatavimo laiką patiria daug išorinių veiksnių, todėl balduose naudojama dirbtinė oda pradeda senti ir silpnėti. Dažnai patiriami nedideli nuolatiniai varginimai gali sumažinti stiprį ir pakeisti kitas odos savybes, trumpindamas gaminio eksploatacijos trukmę [33]. Minkšti baldai eksploatacijos metu patiria daugkartines apkrovas. Dėl šių apkrovų balduose atsiranda paviršiaus pakitimai.

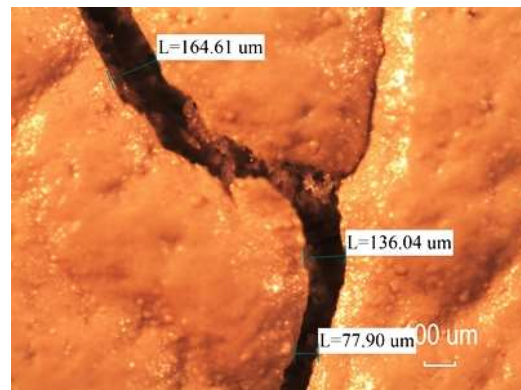
Šio tyrimo tikslas buvo išanalizuoti dirbtinės odos, ciklinio lankstymo įtaką, paviršiaus defektų susidarymui. Paviršiaus pakitimai fiksuoti naujose ir eksploatuotose dirbtinės odos bandiniuose. Tyrimų pradžioje, neeksploatuotos odos bandiniams, buvo atliktas ciklinis

varginimas fleksometru. Atlikti keturių ciklų bandiniai po 1000, 2000, 10000, 20000, 30000 ciklų.

Paviršiaus tyrimas buvo pateiktos dvi eksploatuotos odos (4.14 ir 4.15 pav.), kurios buvo paimtos iš defektuotų baldų. Dirbtinėje odoje „Montana“ paviršiaus pažeidimai matomi net žmogaus akimi. Paviršiuje aiškiai matyti įtrūkimai ir spalvos pokytis, žr. a, 4.14 pav. Dirbtinės odos polimeriniame dangos sluoksnyje susiformuoja 0,5 – 3 cm ir ilgesnės įtrūkios. Tyrimai po mikroskopo parodė, kad įtrūkų plotis vyrauja įvairus nuo 77 μm iki 164 μm (4.14 pav. b).



a

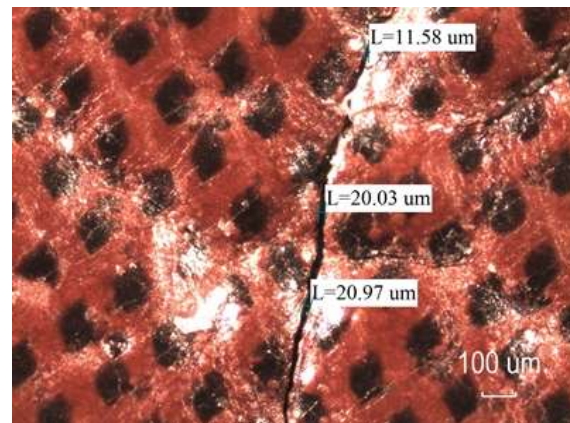


b

4.14 pav. *Montana* ėminys iš baldų; a – odos pavyzdys iš baldų; b – defektuotos odos paviršius po mikroskopo tyrimo.



a



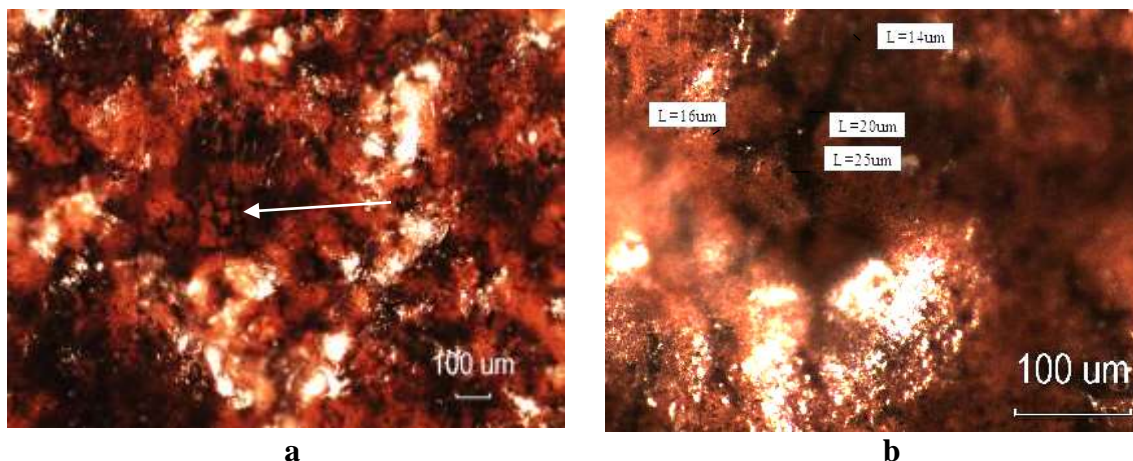
b

4.15 pav. *Dakota* ėminys iš baldų; a – odos pavyzdys iš baldų; b – defektuotos odos paviršius po mikroskopo tyrimo.

Dėvėtos dirbtinės odos *Dakota* paviršiuje (4.15 pav. a) matomi susiformavę įtrūkiai 1 – 3 cm ilgio. Po tyrimo mikroskopu, odos paviršiuje esantis ornamentais raštas išryškėja,

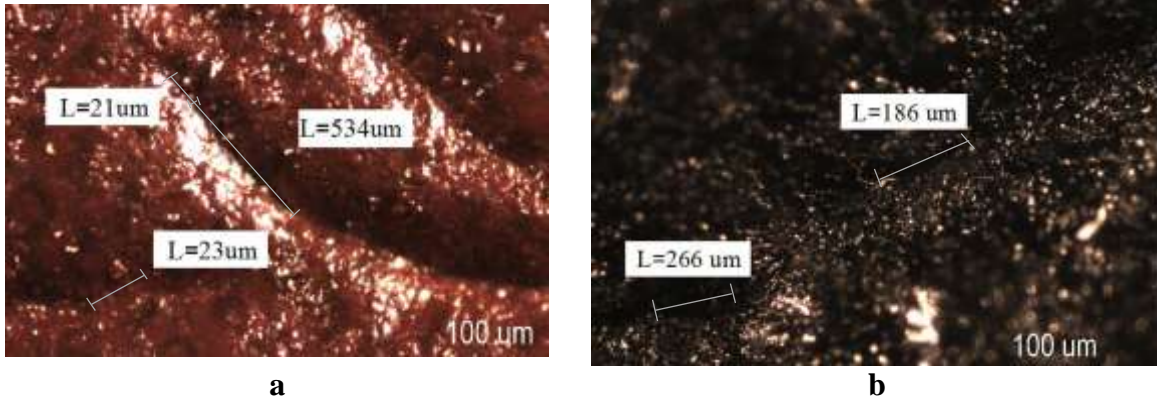
įgaudamas aiškią rombo formos kontūrą (4.15 pav. b). Rašto forma įtrūkių kryptį nedaro. Įdėmiau apžiūrėjus odos paviršių po padidinimo mikroskopu pastebimos atsisluoksniavimo vietos nuo tekstilinio pagrindo. Įtrūkių plotis siekia nuo 12 μm iki 21 μm .

Atlikus paviršiaus tyrimus optiniu mikroskopu, paviršiuje pastebimos įtrūkių susidarymai. Didžiausias įtrūkių susidarymas išryškėja po 10000 ciklų. Po 1000 ir 2000 ciklų, paviršiuje įtrūkimų ir didesnių pažeidimų nematyti, naujoje dirbtinėje odoje.



4.16 pav. Dirbtinės odos „Bari“ paviršiaus tyrimas optiniu mikroskopu po 1000 ciklų: **a** - Optinio mikroskopo didinimas x60; **b** - Optinio mikroskopo didinimas x150

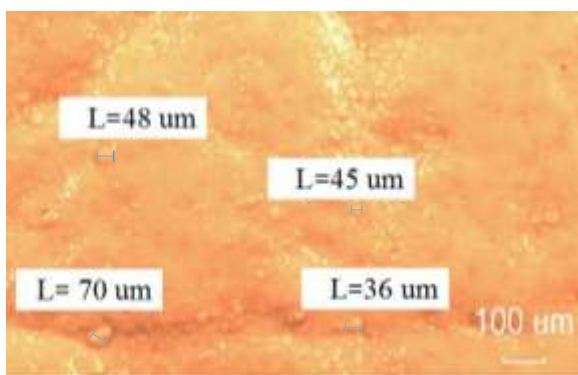
Dirbtinėje odoje „Bari“ įtrūčiai susidaro po pirmųjų 1000 ciklų (4.16 pav. a ir b), vaizdas po mikroskopo tyrimo, išmatuota, kad įtrūkių plotis svyruoja nuo 10 μm iki 25 μm .



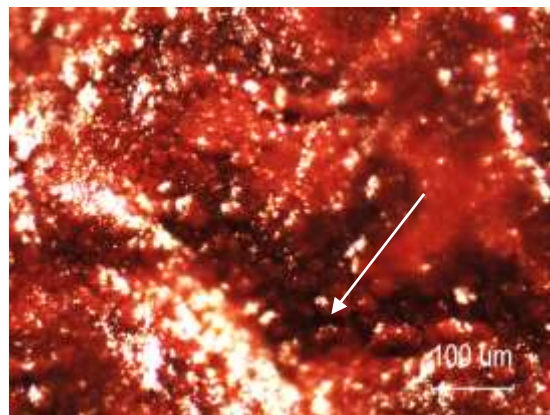
4.17 pav. *Dakota* (a) paviršiau tyrimas po 30000 ciklų ir *Faro* (b) paviršiau tyrimas po 30000 ciklų (didinimas x60)

Dirbtinės odos „Dakota 06“ viršutinis sluoksnis po pirmojo 1000 ciklų odoje pastebimi įtrūkiai (4.19 pav.). Po 30000 ciklų odos paviršius yra nelygus, gruoblėtas. Matomi maži įtrūkimai centre, įtrūkio ilgis siekia 534 μm , plotis 21 μm . Mažesni įtrūkiai siekia 23 μm . Odos paviršiuje išryškėja stačiakampio formos ornamentinis raštas (4.17 pav. a), šią rašto formą sąlygoja odos sudedamųjų sluoksnių prigimtis ir jos gamybos ypatumai. Taip pat, matomos mažos skylutės, kurios galėjo atsirasti gamybos metu. Per šias technologines skylutes, atsiranda plyšimai.

Dirbtinės odos *Faro* viršutiniame sluoksnyje po 30000 ciklų atsiranda užuominos įtrūkimų, kurių ilgis svyruoja $\approx 186 - 266 \mu\text{m}$. Įtrūkimai mažai matomi akimi (4.17 pav. b). Viršutiniame sluoksnyje išryškėja įtrūkio griovelis, kuris atsiranda prie 2000 ciklų. Šios dirbtinės odos viršutinis sluoksnis yra atsparus raukšlių, įtrūkių susidarymui.

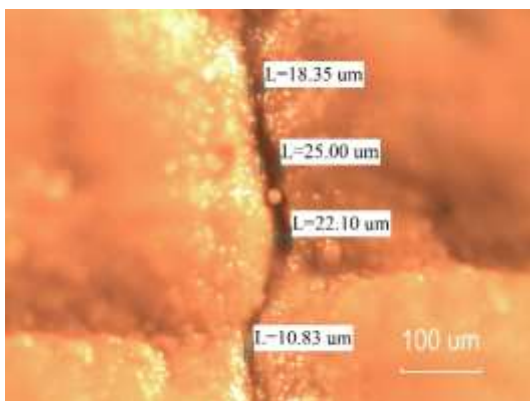


4.18 pav. *Montana* paviršius po 1000 ciklų (didinimas x60)

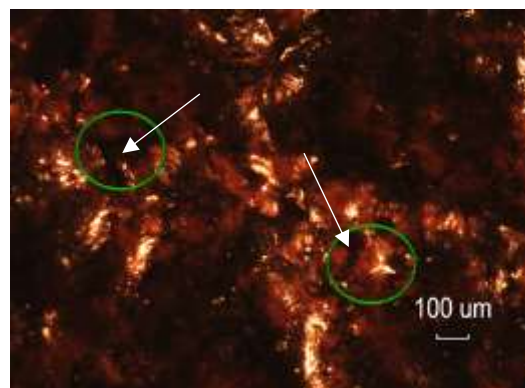


4.19 pav. *Dakota* paviršius po 1000 ciklų (didinimas x60)

Dirbtinės odos „Montana 02“ viršutinis polimerinis sluoksnis yra nelygus (4.18), grublėtas. Kai kuriose vietose matosi apvalios formos dariniai, kurių plotis svyruoja nuo 36 - 70 μm . Daugumoje vietų paviršius turi iškilimus (pūslytes), jos gali būti atsiradę gamybos proceso metu. Po pirmojo (1000) ciklinio varginimo įtrūkimų nematyti. Pirmieji pakitimai paryškėja tik po 2000 ciklų.

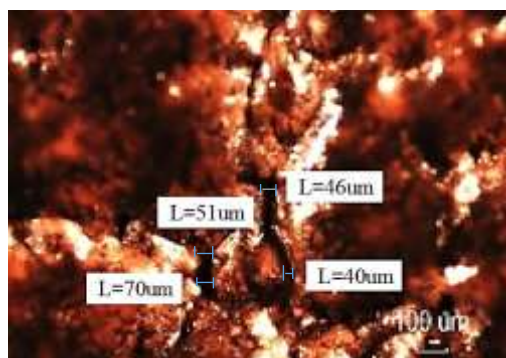


4.20 pav. *Montana* paviršius po 10000 ciklų (didinimas x150)



4.21 pav. *Bari* paviršius po 2000 ciklų (didinimas x60)

Dirbtinės odos „Montana 02“ viršutiniame polimeriniame sluoksnyje matyti susidarę plyšeliai, tai įtrūkiai (4.20 pav.) susidarę po 10000 ciklų. Įtrūkio plotis (L) svyruoja nuo 11 μm iki 25 μm . Dirbtinės odos „Bari 05“ paviršiuje, po 2000 ciklų atsiranda daugiau įtrūkių. Įtrūkių išsidėstymas yra tankus, žr. 4.21 pav. Iš įtrūkių centrų pradeda formuotis įtrūkiai, kurių plotis svyruoja nuo 40 μm iki 70 μm .



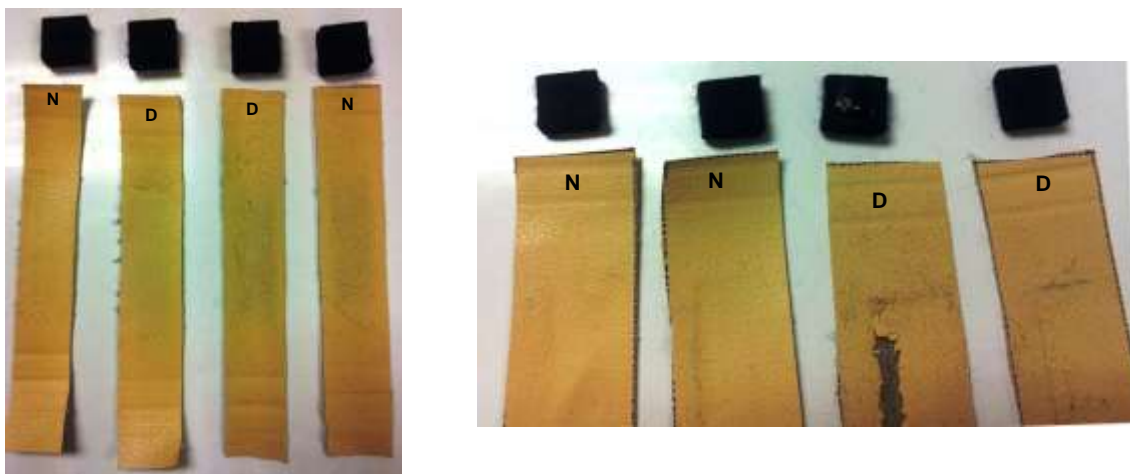
4.22 pav. *Bari 05* paviršius po 30000 ciklų (didinimas x60)

Paviršiaus tyrimas po ciklinio lankstymo parodė įtaką paviršiaus defektų susidarymui. Mažiausi paviršiaus pokyčiai pastebimi *Faro* dirbtinėje odoje, didžiausi pokyčiai pastebimi

Bari dirbtinėje odoje, odos paviršiuje įtrūkia išsidėsto tankiai ir jų užuominos pastebimos po pirmųjų 1000 ciklų. Dirbtinės odos *Montana* įtrūkia formuojasi ilgi ir gilūs, tai gali lemti greitesnį paviršiaus nusisluoksnevimą.

4.3. Dirbtinės odos spalvos atsparumas cikliniam slankiojamajam trynimui

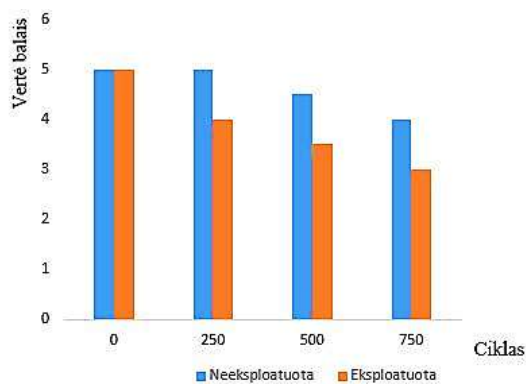
Vienas iš pagrindinių odos pokyčių, gali būti spalvos pokytis, nors spalvos suteikimas yra vienas iš apdailos technologinių procesų. Medžiagų paviršiaus kitimas – tai trintimi veikiamos medžiagos reakcija, kai nuo jos paviršiaus palaipsniui atsiskiria medžiagos dalelės, todėl mažėja medžiagos masė [35]. Šio tyrimo tikslas buvo, nustatyti, kurios dirbtinės odos paviršius yra atsparus ciklinio slankiojamo tyrimo metu.



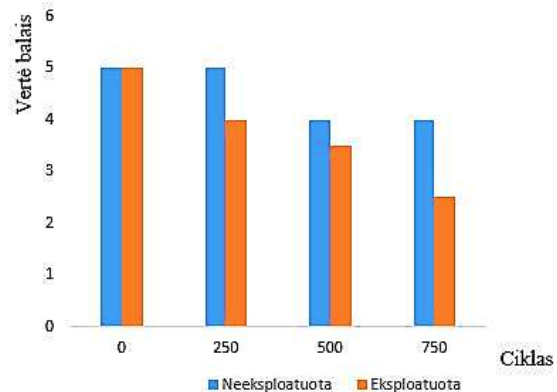
a

b

4.23 pav. Eksploatuotos ir neeksploatuotos dirbtinės odos „Montana“ spalvos atsparumas po ciklinio slankiojamojo trynimo: a – sausas trynimo po 750 ciklų; b – šlapias trynimas po 750 ciklų. (N – nauja, D – naudota)



a

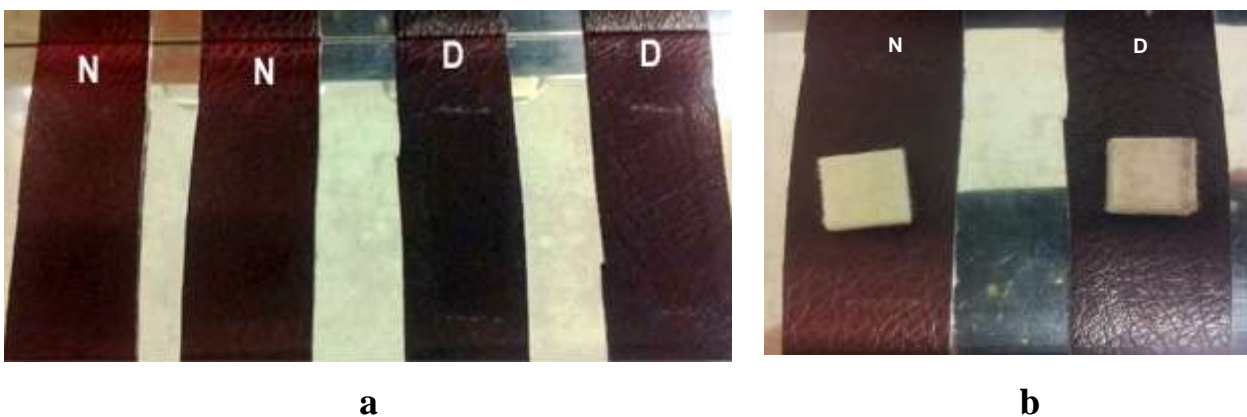


b

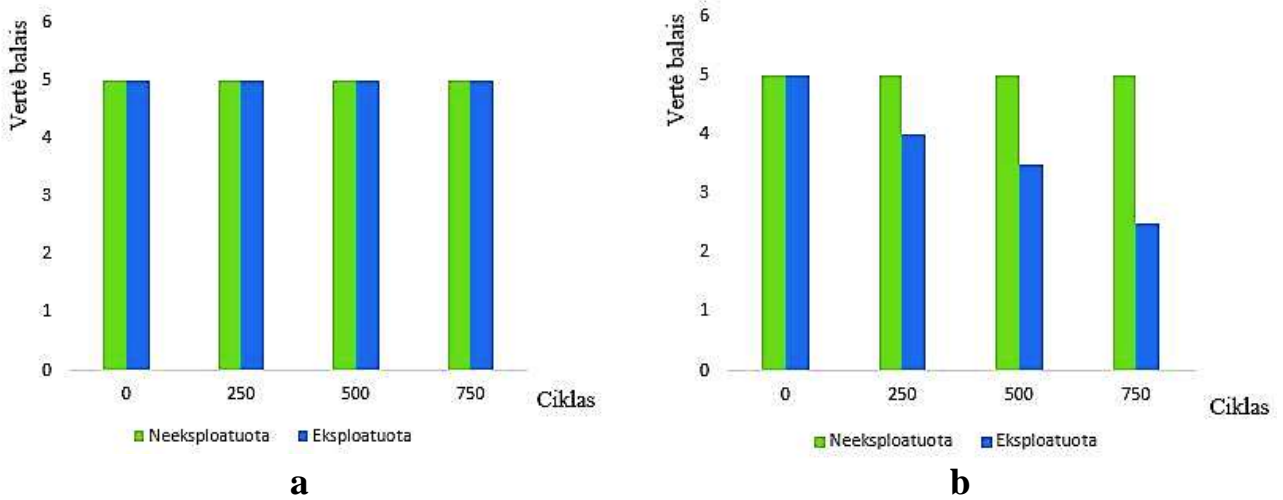
4.24 pav. Dirbtinės odos „Montana“ vertinimas pagal pilkąją skalį; a – sausas trynimo; b – šlapias trynimas

Tyrimams atlikti buvo pasirinktos dviejų rūšių naujos ir naudotos dirbtinės odos: „Dakota 06“ ir „Montana 02“. Tyrimų metu nustatyta, kad didžiausi pokyčiai užfiksuotas po 750 ciklų, žr. 3.24 pav. ir 3.26 pav. Dirbtinėje odoje „Montana“, po sausojo trynimo, paviršiuje užfiksuoti spalvos pokyčiai, trynimo vietos nuo veltinio įgavo mėlyną atspalvį (3.24 pav. a). Taip pat, po ciklinio trynimo odos paviršiuje matyti pradėtos formuotis įtrūkos eksploatuotoje ir neeksploatuotoje odoje. Sausojo trynimo bandiniai buvo įvertinti pagal pilkąją skalę, žr. 3.25 pav. a. Vertinimas svyruoja nuo 4 iki 5 balų. Po šlapiojo trynimo nauja dirbtinė oda, taip pat, įgavo spalvos pokytį nuo veltinio, spalvos pokytis svyravo nuo 4 iki 5 balų. Naudotoje odoje spalvos pokytis – ryškesnis (3.25 pav. b). Spalvos pokyčiai įvertinti nuo 2 iki 5 balų. Eksploatuota oda po ciklinio trynimo dar labiau nusisluoksniavo nuo tekstilinio pagrindo (3.24 pav. b).

Dirbtinėje odoje „Dakota 06“, po sausojo trynimo, paviršiuje užfiksuoti spalvos pokytį nepavyko. Naujos ir eksploatuotos odos paviršiuje matyti tik žymės nuo trynimo, žr. 3.26 pav. a. Todėl po kiekvieno ciklo, spalvos pokytis buvo įvertintas 5 balais (3.27 pav. a ir b). Po šlapiojo trynimo naujoje odoje spalvos pokytis neįžvelgtas ir buvo įvertintas 5 balais. Eksploatuotoje dirbtinėje odoje „Dakota“ spalvos pokytis pagal pilkąją skalę svyravo nuo 2 iki 5.



4.25 pav. Eksploatuotos ir neeksploatuotos dirbtinės odos „Dakota“ spalvos atsparumas po ciklinio slankiojamojo trynimo: a – sausas trynimo po 750 ciklų; b – šlapias trynimas po 750 cilų. (N – nauja, D – naudota)



4.26 pav. Dirbtinės odos „Dakota“ vertinimas pagal pilkąją skalę; a – sausas trynimas; b – šlapias trynimas

Atlikus ciklinį slankiojamą trynimą galima padaryti išvadą, kad naujos dirbtinės odos „Montana 02“ ir „Dakota 06“ yra atsparios cikliniams slankiojamajam trynimui sausomis ir šlapiomis sąlygomis. *Dakota* spalvos pokytis visiškai nepastebimas nei naujoje nei eksploatuotoje odoje, pagal pilkąją skalę įvertintas 5 balais (4.26 pav.). Ėminiai iš defektuotų baldų yra mažiau atsparūs slankiojamajam trynimui. „Dakota“ tiek sauso, tiek šlapio trynimo metu, trynimo zonoje matomi nežymūs paviršiaus pokyčiai. Šlapiomis sąlygomis pastebimi ryškesni odos paviršiaus spalvos pokyčiai. Spalvos pokytis įvertintas nuo 2,5 iki 4 balų (4.26). Galima teikti, kad spalvos pokytis priklauso (yra labiau matomas), dėl susidariusių įtrūkų paviršiuje. „Montana“ — mažiau atspari spalvos pokyčiui sauso trynimo metu, o šlapiojo trynimo bandymo metu, bandinio paviršiuje jau po 250 ciklų atsiranda polimerinio sluoksnio pažaidos, įtrūkės. Didinant ciklų trynimo skaičių, didėja paviršiuje įvairios pažaidos.



4.27 pav. Dirbtinės odos „Dakota“ ir „Montana“ ilgalaikio ciklinio slankiojamojo tyrimo rezultatai; a – dirbtinė oda „Montana“ ; b – dirbtinė oda „Dakota“

Ilgalaikio ciklinio slankiojamojo tyrimo metu dirbtinė oda „Montana 02“ buvo trinama juodos spalvos veltiniu, o dirbtinė oda „Dakota 06“ baltos spalvos veltiniu. Odų paviršius nepertraukiamai buvo trinamas 9000 ciklų, paviršiaus apžiūra buvo vykdoma kas 2500 ciklų (4.27 pav.). Didesniu spalvos atsparumu ilgalaikio trynimo metu pasižymi „Dakota 06“ oda. Šviesaus atspalvio dirbtinė oda „Montana 02“ trinant veltiniu nežymiai, bet keičia spalvą.

IŠVADOS

1. Dirbtinių odų mechaninė elgsena išilgine, skersine ir įstrižąja kryptimis yra skirtinga dėl odų sluoksnių savybių anizotropiškumo.
2. Geriausiomis mechaninėmis savybėmis pasižymi dirbtinės odos *Montana 02* ir *Dakota 06*. Jų stipris tempiant 52 % didesnis nei dirbtinių odų *Bari 05* ir *Faro 04*.
3. Dirbtinės odos *Dakota 06*, stipris tempiant išilgine kryptimi yra didžiausias, *Montana 02* išilgine kryptimi – 22 % mažesnis, o *Bari 05* ir *Faro 04* – 18 % mažesnis nei *Dakota 06*. Skersine kryptimi tempiant *Montana 02* - stipris didžiausias, *Dakota 06* skersine kryptimi - 8 %, *Bari 05* - 19 % , o *Faro 04* - 64 % mažesnis nei *Montana 02*. *Bari 05* įstrižąja kryptimi, stipris yra didžiausias. *Montana 02* įstrižąja kryptimi – 22 %, *Faro 04* - 30 %, o *Dakota 06* – 51 % mažesnis nei *Bari 05*.
4. Dirbtinės odos pasižymi skirtingu atsparumu cikliniam lankstymui, defektai jų paviršiuje pradeda formuotis po skirtingo lankstymo ciklų kiekio. Pirmosios įtrūkių užuominos *Bari 05* odos paviršiuje atsiranda po 3000 lankstymo ciklų; po 20000 ciklų įtrūkių išsidėstymas tankėja, o iš jų centrų pradeda formuotis įtrūkiai, kurių plotis nuo 40 μm iki 70 μm. Dirbtinės odos *Faro 04* paviršiuje defektai pradeda formuotis tik po 30000 ciklų, kurių ilgis svyruoja $\approx 186 - 266$ μm.
5. Naujos dirbtinės odos *Montana 02* ir *Dakota 06* yra atsparios slankiojamajam trynimui sausomis ir šlapiomis sąlygomis. Didesniu spalvos atsparumu ilgalaikio trynimo atveju pasižymi *Dakota 06* oda. *Montana 02* dirbtinė oda trinant juodos spalvos veltiniu nežymiai keičia spalvą.
6. Eksploatuotose dirbtinėse odose *Montana 02* ir *Dakota 06* bandiniai yra mažiau atsparūs slankiojamajam trynimui. *Dakota 06* dirbtinės odos tiek sauso, tiek šlapio bandymo sąlygomis trynimo zonoje matomi nežymūs topografijos pokyčiai. Šlapiomis sąlygomis pastebimas ryškesnis odos paviršiaus spalvos pokytis. Eksploatuota *Montana 02* dirbtinė oda yra mažiau atspari spalvos pokyčiui sauso trynimo atveju. Tuo tarpu šlapiojo trynimo bandymo metu kai kurių šios odos bandinių paviršiuje jau po 250 ciklų atsiranda polimerinio sluoksniu pažaidos, kurios didinant trynimo ciklų skaičių didėja.

INFORMACINIAI ŠALTINIAI

1. **Virginija Jankauskaitė, Eglė Fataraitė.** *Polimerinės dangos ir jų formavimas 2008 m.* pp. 64 – 69.
2. **Jose Ignacio CASANOVA ROYO.** *Process for obtaining a fabric with the appearance of leather, imitation leather, and the fabric obtained.* „Google Patentai“; Nr: US20160312400 A1; 2013 m. Prieiga per internetą: <https://www.google.com/patents/US20160312400>
3. **Chung-Chih Feng, Pei-Huo Huang, Yong-Song Lin.** *Flameproof environmentally friendly artificial leather and process for making the same.* „Google Patentai“; Nr: US20050100710 A1; 2005 m. Prieiga per internetą: <https://docs.google.com/viewer?url=patentimages.storage.googleapis.com/pdfs/US20050100710.pdf>
4. **Ioannis V. Yannas, John F. Burke, Philip L. Gordon, Chor Huang.** *Multilayer membrane useful as synthetic skin.* „Google Patentai“; Nr: CA1071814 A; 1980 m. Prieiga per internetą: <https://www.google.com/patents/CA1071814A?cl=en&dq=The+mechanical+properties+of+the+artificial+skin&hl=lt&sa=X&ved=0ahUKEwi34JKav73TAhVMICwKHWmNA7UQ6AEINTAC>
5. **Ho Jin Chee, Takahiko Ohmura, Hosung Kang, Kim Walton.** *Polyolefin-based artificial leather.* „Google Patentai“; Nr: EP2454086 B1; 2015 m. Prieiga per internetą: https://www.google.com/patents/EP2454086B1?cl=en&dq=mechanical+properties+Synthetic+Leather&hl=lt&sa=X&ved=0ahUKEwizoMbF0b3TAhXKsxQKHeRMD_QQ6AEIKjAB
6. **Wang-Tang Ching , Mong-Ching Lin , Chung-Chih Feng , Yuan-Fang Tsai , Jung-Plaučiū Saulė.** *Artificial leather for blocking electromagnetic waves.* „Google Patentai“; Nr: US20040253404 A1; 2004 m. Prieiga per internetą: <https://docs.google.com/viewer?url=patentimages.storage.googleapis.com/pdfs/US20040253404.pdf>
7. **Possesses super fine artificial leather of fire resistance.** „Google Patentai“; Nr: CN205601277 U; 2016 m. Prieiga per internetą: https://www.google.com/patents/CN205601277U?cl=en&dq=artificial+leather+research&hl=lt&sa=X&ved=0ahUKEwj93Nzoser_TAhViOpoKHSdWDLYQ6AEILTAB
8. **D.Zubauskienė, E. Strazdienė, V.Sacevičienė.** Dirbtinės odos eksploatacinės stabilumo vertinimas. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga, 2011:* pp. 118 – 121
9. **Tallat-Kelpšaitė, D., Valatkienė, L., Strazdienė, E.** Dubliuotų tekstilinių sistemų tampriųjų savybių tyrimas. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga 2006:* pp. 75 – 78.

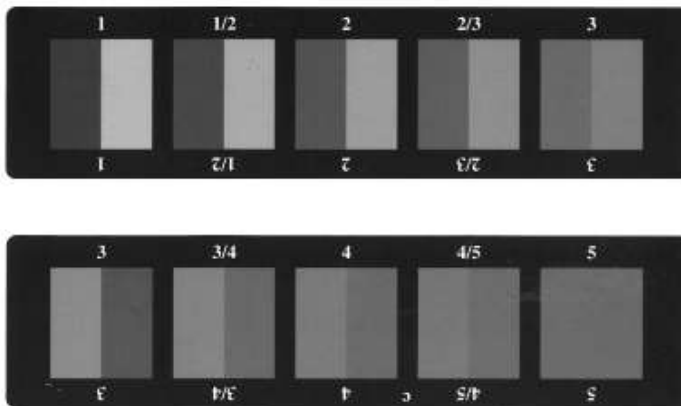
10. **V. Zlatarinskakas, D. Milašienė.** Ciklinių tempimo apkrovų dažnio įtaka odos laminatų nuovargiui. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga* 2006: pp. 163 – 166.
11. **M. T. Takemori.** Polymer Fatigue. Prieiga per internetą: <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ms.14.080184.001131?journalCode=matsci.1>
12. **J. Bridžiūtė, J. Domskienė.** Audinių deformacinių savybių įtaka minkštųjų baldų užvalkalų konstrukcijai. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga* 2012: pp. 88 – 92.
13. **Dausynaitė, A., Bekampienė, P., Domskienė, J., Strazdienė, E.** Formavimosi savybių priklausomybė nuo audinio sandaros. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga, 2007: pp. 119 – 123.*
14. **Vaznelytė, D., Domskienė, J., Strazdienė, E.** Tekstilės medžiagų erdvinio formavimo ypatumai. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga, 2002: pp. 160 – 164.*
15. Standartas LST EN ISO 1421:1998. Guma arba plastiku padengtos medžiagos. Tempiamojo stiprio ir nutraukiamojo pailgėjimo nustatymas. Juostelės metodas.
16. Standartas LST EN ISO 32100:2011. Atsparumo lankstymui nustatymas fleksometru.
17. **Ivana Kos*, Ivana Gudlin Schwarz, Katarina Suton.** Influence of Warp Density on Physical-Mechanical Properties of Coated Fabric. Prieiga per internetą: http://ac.els-cdn.com/S1877705814003129/1-s2.0-S1877705814003129-main.pdf?_tid=0191a186-341411e788430000aab0f27&acdnat=1494264798_37e9d4d2d4000764bcb143bcf8bcb611
18. Įmonės „JAdesigns“ informacija apie odą ir dermantiną. Prieiga per internetą: <http://www.jadesigns.lt/naujienos/47-oda-ar-dermantinas.html>
19. **David J. Cottenden, Alan M. Cottenden.** A study of friction mechanisms between a surrogate skin (Lorica soft) and nonwoven fabrics. Prieiga per internetą: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751616113001562>
20. Standartas LST EN ISO 2231:2000. Guma arba plastiku padengtos medžiagos. Standartinis kondicionavimo ir bandymo klimatas.
21. Standartas LST EN ISO 11640:2012. Oda. Bandymai spalvos atsparumui nustatyti. Spalvos atsparumas cikliniam slankiojamajam trynimui.
22. Informacija apie diagnostines ir matavimo technologijas. Prieiga per internetą: https://apcis.ktu.edu/lt/site/katalogas?cat_id=115
23. Standartas LST EN ISO 2589:2002. Oda. Fizikiniai ir mechaniniai bandymai. Storio nustatymas.
24. Standartas LST EN ISO 2420:2002. Išdirbta oda. Fizikiniai ir mechaniniai bandymai. Tariamojo tankio nustatymas.
25. **A. Žemaitaitis.** *Polimerų fizika ir chemija: vadovėlis aukštųjų mokyklų studentams. 2001 m. pp. 134 - 151.*
26. **A. Sviderskytė, E. Kumpinaitė.** Audinio struktūros įtaka audinio stiprumo rodikliams. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga, 2006: pp. 11 – 14.*

27. **A. Dapšytė, V. Masteikaitė.** Skalbimo ir trinties įtaka audinių nudažymo atsparumui. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga, 2006: pp. 47 – 50.*
28. **V. Veževičiūtė, V. Uebelis.** Nevienarūšių tekstilės sistemų vienašio tempimo procesu tyrimas. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga, 2006: pp. 66 – 70.*
29. **V. Kazla, T. Kleveckas.** Aprangos medžiagų vidutinės plėšimo jėgos matavimo neapibrėžties vertinimas. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga, 2006: pp. 124 – 128.*
30. **S. Stukaitė, M. Adomavičienė.** Matematinis lašo elgsenos ant gijos modelis. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga, 2007: pp. 21 – 25*
31. **I. Grebliauskaitė, P. Bekampienė, J. Domskienė, E. Strazdienė.** Daugiakryptinis audinių formavimas. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga, 2007: pp. 68 – 72*
32. **J. Dikova, P. Bekampienė, J. Domskienė, E. Strazdienė.** Audinių charakteristikų nustatymas įstrižo tempimo metu. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga, 2007: pp. 73 – 77*
33. **K. Bubnytė, D. Milašienė.** Cikliškai lankstomos laminuotos odos paviršiaus defektų analizė. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga, 2007: pp. 204 – 207*
34. **K. Kazanavišius, V. Tričys.** Odos detalių minkštinimas. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga, 2007: pp. 208 – 212*
35. **A. Vitkauskas, J. Palaima, A. Matukonis.** Tekstilės medžiagotyra. Vilnius: Mokslas, 1989: 310 p.
36. **R. Kunigauskaitė, V. Urbelis, A. Gulbinienė.** Perforuotos odos ir jos sistemų įtempių relaksacija. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga, 2008: pp. 139 – 142*
37. **D. Milašienė, V. Jankauskaitė, R. Arcišauskaitė.** Deformavimo priešistorės įtaka dubliuotų sistemų įtempių relaksacijai. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga, 2002: pp. 38 – 43*
38. Įmonės „Magrės baldai“ informacija apie odą ir natūralią odą. Prieiga per internetą: https://www.magresbaldai.lt/apie_naturalia_oda
39. **V. Sacevičienė, V. Masteikaitė.** Cheminio valymo įtaka laminuotų aprangos medžiagų reologinėms savybėms. *Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga, 2008: pp. 170 – 173*
40. Įmonės „RESTAauto“ informacija apie naudojamą dirbtinę odą. Prieiga per internetą: <http://www.restaauto.lt/naujausia-veikla/naudojamadirbtineoda>
41. Internetinio portalo „Prie kavos“ straipsnis: „Ką rinktis: natūralią ar dirbtinę odą?“. Prieiga per internetą: <http://priekavos.lt/ka-rinktis-naturalia-ar-dirbtine-oda/>
42. **Jonas Liukaitis, Tadas Kleveckas.** Medžiagų tyrimo pagrindai. *Matavimai ir jų paklaidos, 2007: pp. 13 - 20*

PRIEDAI

Dirbtinės odos spalvos pokyčio nusidažymo įvertinimui naudotos pilkosios skalės pavyzdžiai.

Graumaßstab Bewertung der Änderung der Farbe nach ISO 105-A02



Graumaßstab Bewertung des Anblutens nach ISO 105-A03

