

# Spraislājdrānas un krūšturū formētās bļodiņas

Inese Šroma<sup>1</sup>, Inese Ziemeļe<sup>2</sup>, Edīte Lēvalde<sup>3</sup><sup>1-3</sup> Dizaina tehnoloģiju institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte

**Kopsavilkums.** Noskaidrotas spraislājdrānu (en: *spacer fabrics*) izgatavošanas metodes, raksturīgākās īpašības, lietojums. Noskaidroti spraislājdrānu un no tām formēto bļodiņu pazīstamākie ražotāji. Noteikti detaļu formēšanas veidi. Veikta putu poliuretāna bļodiņu formēšanas procesa analīze, lai noskaidrotu, kāda temperatūra un laiks nepieciešami no spraislājdrānām formētu bļodiņu izgatavošanai. Noteikta divu spraislājdrānu elastība, kura ietekmē krūšturū bļodiņu projektēšanas izejas lielumus un formēšanas procesa tehnoloģiskos režīmus – formētās bļodiņas aizpildījuma lielumu, atbilstoša lekāla veidu un izmēru un puansona iegremdēšanas dziļumu.

**Atslēgas vārdi:** Spraislājdrānas, krūšturū bļodiņu formēšana, drānu elastība, komforts.

## I. IEVADS

Arvien vairāk plašražošanā dažādu izstrādājumu, to daļu un pusfabrikātu izgatavošanai tiek lietotas dažāda veida, biežuma, blīvuma un izejmateriālu sastāva spraislājdrānas ar dažādām fizikālām, termiskām un ķīmiskām īpašībām.

Analizējot esošo informāciju, noteikts, ka visplašākais spraislājdrānu lietojums ir tehnisko tekstiliju kompozītiem – transporta nozarē (kosmosa, aviācijas, dzelzeļa, auto, kuģubūve) (1)–(4), inženiertehnisko (pret eroziju, filtrācija, kanalizācija) un industriālo (filtri, absorbcijas, izolācijas materiāli) tehnoloģiju nozarēs, vides aizsardzības, ģeotēhnikas, celtniecības un būvniecības nozarēs (1), (3), (4). Spraislājdrānas plaši lieto medicīnā, higiēnā un veselības aprūpē nozarē (1)–(4) dažādos medicīnā izstrādājumos – pārsēji, saites, kušetes, ratiņkrēsli, ortopēdisko izstrādājumu daļas (2), (3), (4). Sporta un atpūtas nozarē spraislājdrānas lieto mitruma un temperatūras kontrolei, enerģijas absorbcijai (moto un velo ķiveres, jakas, cimdi, apavi, aizsargi) (4)–(6). Spraislājdrānas lieto arī dekoratīviem interjera rotājumiem (1), (3), somām, drošībai un aizsardzībai pret dažāda veida apdraudējumiem (1). Kā absorbcijas un atbalsta materiālu tās lieto tapsētājās mēbelēs un matračos (1), (2), (3), (7).

Spraislājdrānas plaši lieto ikdienas apģērba, funkcionālā apģērba (militārā, ugunsdzēsēju, aizsargapģērba) (2), (3), viedapģērba un arī krūšturū izgatavošanai (8), (3), (4).

Noteikts, ka, atkarībā no spraislājdrānu izejmateriālu veida, apdares un paredzētā lietojuma tās ir gaisu caurlaidīgas, izolējošas, otreizēji pārstrādājamās (1), (9), (10), spiedienu pārdalošas (1), (9), liesmu slāpējošas, antibakteriālas, elastīgas, nodilumizturīgas un komfortablas (10). Drānām ir spiedes pretestība, t.i., tās ir izturīgas pret kompresiju (saspiešanu), un tām piemīt mikrokondicioniera funkcija (1), (10), (7).

Drānas ir arī enerģiju absorbējošas (1), izturīgas pret stiepi, vieglas, viegli mazgājamas un žāvējamas, nav toksiskas (7) un alerģiskas (11).

Spraislājdrānu tilpumapjomības un higiēnisko īpašību dēļ tās izmanto izstrādājumos putu poliuretāna (8), (9), neoprēna (9)–(11) un laminētu drānu aizstāšanai (9).

Saskaņā ar *Joanne Yip* un *Sun-Pui Ng* veikto pētījumu, jebkuras spraislājdrānas gaisa caurlaidību, siltumvadītspēju un mehāniskās īpašības (lieci, kompresiju, izstiepšanu un reģenerāciju) ietekmē drānas veids, struktūra, blīvums un izejmateriālu dzijas veids (9).

Noteikts, ka spraislājdrānas tiek izgatavotas no poliēstera, kokvilnas, poliamīda, *Coolmax*®, *Nomex*®, *Kevlar*®, *Meta Aramid*®, *Lycra*® šķiedrām, mikrošķiedrām, atvēsinoša efekta dzijas (10), (2). Drānu izgatavošanai izmanto arī stiklšķiedru (12) un metālu (7), (12) – nerūsējošo tēraudu, *Monela*™, *Inconel*™, *Hastelloy*™, *Duplex*™ (7).

## II. SPRAISLĀJDRĀNU UZBŪVE

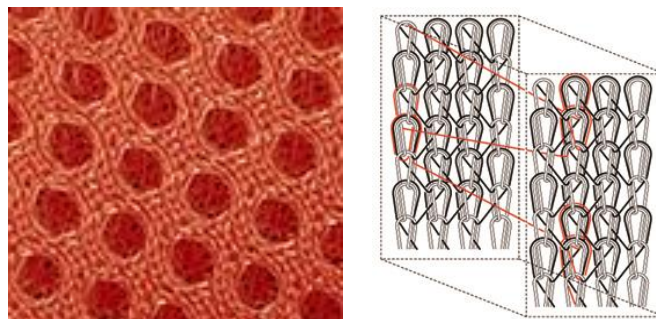
Saskaņā ar *M. Sc. Md. Abounaim* spraislājdrānas ir telpiskas drānas, kuras ir izgatavotas no diviem atsevišķiem drānu slāņiem, kas savstarpēji saistīti ar dziju (1), (9) vai drānas slāņiem, saglabājot dobas atstarpes starp blakus esošām savienojošām dzijām vai slāņiem (1).

Analizējot pieejamo informāciju, noteikts, ka spraislājdrānu izgatavošanas metodes ir aušana, pīšana, šķērsadīšana, garenadīšana (1), (12) un šūšana (1). Tādējādi tiek ražoti spraislājraudumi, spraislājptņējumi, spraislājšķērsadījumi, spraislājgarenadījumi un spraislājšuvekļi.

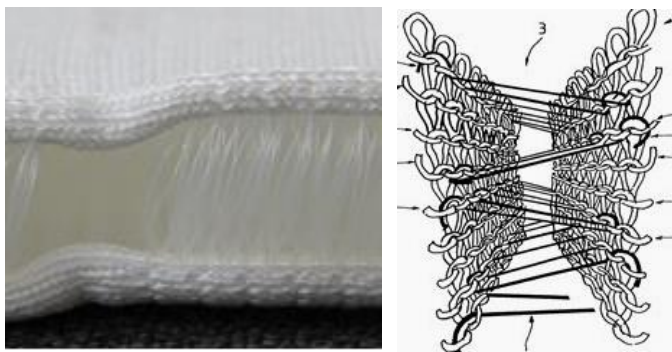
Citos literatūras avotos ir minēts, ka ir tikai divu veidu spraislājdrānas – garenadītas un šķērsadītas (9), (10), (13), (16).

### A. Spraislājgarenadījumi

Garenadījums ir adījums, kurā vienas cilpu rindas atsevišķās cilpas lielākoties ir veidotas katra no sava garenvirziena pavidena, kas nāk no pamatnes paralēlā uztinuma (17).



1. att. Spraislājgarenadījums (en: *warp-knitted spacer fabric*) (10), shēma (14).



2. att. Spraislājšķērsadījums (en: *weft-knitted spacer fabric*) (15), shēma (16).

Tas nozīmē, ka garenadītas spraislājdrānas (skat. 1. attēlu) viens cilpu stabiņš tiek veidots no vienas dzijas katrā no adāmmašīnas divām adatnīcām (9) paralēli materiāla virzībai caur adāmmašīnu. Un adīšanas procesā drānas starpslāņa dzija tiek periodiski samīta starp abām mašīnas adatnīcām (1), (9).

#### B. Spraislājšķērsadījumi

Šķērsadījums ir adījums, kurā cilpu rinda ir veidota no viena pavediena visā drānas platumā (18).

Šķērsadītu spraislājdrānu (skat. 2. attēlu) iegūst gan uz plakanām, gan cilindriskām adāmmašīnām ar divām adatnīcām (1). Katra cilpu rinda tiek veidota no vienas dzijas katrā no adāmmašīnas divām adatnīcām (1) šķērsvirzienā attiecībā pret materiāla pārvietošanās virzienu (perpendikulāri). Drānas slāņi tiek savstarpēji saistīti ar dziju perpendikulāri vai slīpi (leņķīt) (1).

#### C. Spraislājaudumi

Spraislājaudumus (skat. 3. attēlu) izgatavo divās vai vairāku šķēru sistēmās, izmantojot rapīru, pneimatiskās vai trīsdimensiju šauro audumu stelles (1).

Austām drānām var izmantot gandrīz jebkura veida dziju (1). Pamata un saistošo šķēru pavedienu iestrāde ir dažāda (1) un atkarīga no turpmākā drānas lietojuma.

Drānu dimensiju proporcijas x, y un z asu virzienā var kontrolēt, tādējādi tās pielāgojot beigu produkta īpašībām, kuras var mainīt, izmainot kādu no faktoriem – izejmateriālu, drānas struktūru, dzijas sasaistes sistēmu vai apdari (1).



3. att. Spraislājaudums (en: *woven spacer fabric*) (19).



4. att. Spraislājpitnējums (en: *braided spacer fabric*) (12).

#### D. Spraislājpitnējumi

Trīs vai vairāki pavedieni tiek sapīti plakani viens ar otru, veidojot diagonāli (skat. 4. attēlu). Izmanto cauruļveida vai cietu ķermeņu konstrukcijām (1). Diemžēl lielākā daļa trīsdimensiju pitnējumu pīšanas mašīnas spēj veidot tikai šauras sagataves un pats pīšanas process notiek lēni un ir salīdzinoši dārgs (1).

Gandrīz visas trīsdimensiju pitnējumu pīšanas mašīnas ir izstrādes procesā, jo šo pinumu pavedienu iestatīšanai ir nepieciešams ilgs laiks (1).

#### E. Spraislājšuvekļi

Šūšanas procesā drānas abus slāņus savieno ar šujamdiegiem (1). Šūšanas metodi dažreiz pielieto tekstilkompozītiem, galvenokārt, lai iegūtu trīsdimensionālu tekstilprecī ar savienotiem vairākiem stiegotiem drānu slāņiem kopā (1). Pie tam, izmantotie šujamdiegi var radīt nevienādīgumu drānas struktūrā (1).

#### F. Spraislājdrānu un krūsturu blodiņu ražotāji, tirgotāji

Noteikts, ka ir vairāki drānu ražotāji un tirgotāji, kas piedāvā dažāda biezuma (līdz pat 30 mm (7), citos avotos 60 mm (3), (4)), blīvuma, struktūras, šķiedru sastāva, krāsu u.tml. spraislājdrānas. Visplašākais piedāvājums tirgū ir spraislājgarenadījumiem un spraislājšķērsadījumiem.

Viens no vadošiem spraislājdrānu Eiropas ražotājiem ir uzņēmums *Baltex* (Apvienotā Karaliste), kas piedāvā spraislājgarenadījumus un spraislājšķērsadījumus biezumā no 3 mm līdz 20 mm ar speciālām drānu apdarēm: apdruku, laminējumu, pārklājumu, antibakteriālu/antimikrobu, sudraba, ugunsdrošu u.c. apdari (10).

Uzņēmums *Baltex* produkciju izgatavo saskaņā ar ISO 9000 standartu, ņemot vērā drānu komforta rādītājus (10). Uzņēmuma produkcijai piešķirts *OEKO-TEX®* Standarta 100 sertifikāts. *Baltex* sadarbojas ar Boltonas universitāti, kurā spraislājadījumiem tiek veiktas termofizioloģisko īpašību pārbaudes (10).

Augstas veiktspējas tehniskās tekstilijas tiek piegādātas: policijas, bruņoto spēku, militārai, veselības aprūpes, medicīnas, kosmosa, aviācijas, autobūves, sporta aizsardzības, arhitektūras un mēbeļu nozarēm (2).

Nīderlandes uzņēmums *Averinox BV* ada dažāda veida un blīvuma spraislājdrānas biezumā no 3 mm līdz 30 mm. Visplašāk lietotais izejmateriāls – poliesters (7).

Ķīnas uzņēmums *Suzhou Victory Textile Co. Ltd.* piedāvā spraislājdrānas apģērbam, mājas tekstilizstrādājumiem,

somām, mēbelēm un arī apakšveļai. Certificēta produkcija tiek piegādāta Ziemeļamerikai, Dienvidāzijai, Dienvideiropai, Ziemeļeiropai un Austrumāzijai (20).

Krūšturū blodiņām spraislājdrānas piedāvā Ķīnas uzņēmums *Dayi Warp Knitting Co. Ltd.*, kurš eksportē savu preci uz Ziemeļameriku, Dienvidameriku, Austrumeiropu, Rietumeiropu, Okeāniju un Austrumāziju (21), un *Jing Feng Chemical Fiber Technology Co. Ltd.* (13), kuram ir arī ISO 9001 kvalitātes sertifikāts (13).

Jāatzīmē Ķīnas uzņēmums *Wuxi New Area Weilong Dress & Personal Adornment Co. Ltd.*, kuram ir OEKO-TEX® Standarta 100 sertifikāts un kurš izgatavo ne tikai dažādam lietojumam no dažādiem izejmateriāliem formētās blodiņas, bet arī formētas blodiņas no spraislājdrānām (22). Uzņēmums sadarbojas ar tādiem apakšveļas zīmoliem kā *Wacoal*, *Ordifen*, *Bailian* u.c. no Austrālijas, Taizemes, Kanādas, Tuvajiem Austrumiem, ASV un Kolumbijas (22). Produkcija galvenokārt tiek ražota iekšzemes tirgum un eksportēta uz Ziemeļameriku, Dienvidameriku, Eiropu, Dienvidāziju un Vidus Austrumiem (22).

Jāmin arī Baltkrievijas uzņēmums *Antynea*, kurš arī piedāvā dažādu formu un veidu formētās blodiņas no putu poliuretāna, adījumdriņām un spraislājdrānām (23).

Vācijas uzņēmums *MUEHLMEIER Bodyshaping GmbH* piedāvā formētās blodiņas no 100 % putu poliuretāna (certificēta un izvēlēta saskaņā ar īpašajām produktu prasībām) un no 100 % poliesterā spraislājdrānām (*M-Tec® SPACE-UP Bra-Cup*) apakšveļai, peldkostīmiem un modes industrijai (24).

Savukārt Eiropas uzņēmums *Recticel* ir viens no vadošiem putu poliuretāna ražotājiem, kas specializējas un piedāvā augstas kvalitātes putas autobūvei, izolācijai, mēbelēm un intīmai veļai (25).

Korsešģērbu blodiņām uzņēmums ir speciāli izstrādājis elastīgas, mazāk destruktīvai pakļautas un OEKO-TEX® prasībām atbilstošas putas, kurām ir *Body Foams®* preču zīme (25). Visi putu poliuretāna veidi piemēroti griešanai, šūšanai un blodiņu formēšanai (25).

*Bulfast®* ir pret gaismas ietekmi stabils dažādu veidu putu poliuretāns, kurš atšķiras ar cietību, blīvumu un vaļējām/slēgtām šūnām (25).

*Optical White®* ir plāns, ar regulāru šūnu struktūru uz aromātisku izocianātu bāzes izgatavots putu poliuretāns ar speciālām piedevām, kuras aizsargā putas no UV stariem un nodzeltēšanas, paildzinot to lietojamību (25).

*PureFeel® PSW* ir pirmais videi draudzīgs putu poliuretāns no atjaunojamiem dabas resursiem. 55 % no putu masas ir bioloģiskas izcelsmes (dažādu augu eļļu polioli – biopolioli no sojas, rīcinauga, saulespuķu, rapšu u.c.). Tas ir hidrofobs (25).

Secināts, ka korsešizstrādājumu blodiņu izgatavošanai izmanto elastīgas un mīkstas (8) garenadītas un šķērsadītas spraislājdrānas. Tās ir gaisu caurlaidīgas, termoregulējošas un mitrumu vadošas (8), (9). Veļas izstrādājumos tās samazina lietotājas ādas macerāciju (9).

### III. SPRAISLĀJDRĀNU KRŪŠTURU BĻODIŅAS UN TO FORMĒŠANA

#### A. Krūšturū blodiņas

Krūšturis ir būtiska un neatņemama sievietes garderobes daļa. Krūšturū patēriņīpašības ietekmē ne tikai to balstfunkcijas, bet arī estētiskās, erotiskās, koriģējošās, higiēniskās un profilaktiskās funkcijas.

Krūšturim ir jāatbilst ķermeņa antropometriskajiem mēriem, higiēniskajām, ekspluatācijas un estētiskajām prasībām (26), (28). It īpaši veļas ģērbam jābūt ar labu gaisa caurlaidību un higroskopiskumu (26)–(28), tā nodrošinot nepieciešamo mikroklimatu starp ķermeni un ārējo vidi. Šī iemesla dēļ blīvas, speciāli impregnētas oderdrānas un putu poliuretāna daļas vēlams aizvietot (26) ar higiēniskākām drānām, piemēram, spraislājdrānām. Turklāt putu poliuretāns ir pakļauts nepārtrauktai oksidācijai – maina savu krāsu nodzeltējot (8), (29).

Krūšturū blodiņas piešķir lietotājas krūtīm formu – atbalsta, satur, formē, piepaceļ, palielina vai samazina (28), (30).

Analizējot pieejamo informāciju, noteikts, ka krūšturū blodiņas pēc to konstrukcijas var iedalīt – bezvīles (bezvīļu) blodiņās, blodiņās ar iešuvi (iešuvēm) un vīli (vīlēm) (30). Nepieciešamo tilpumu blodiņām piešķir vīles, kuras var būt izvietotas horizontāli, vertikāli un/vai diagonāli. Atkarībā no vīļu skaita krūšturū blodiņas iedalāmas vienvīles, divvīļu un vairākvīļu blodiņās. Bezvīļu blodiņas tiek formētas (30).

Secināts, ka krūšturū blodiņas var būt mīkstas, daļēji popētas (putu poliuretāna materiāls tikai lejasdaļā), popētas un formētas blodiņas (30).

Šobrīd intīmās veļas plašražošanai formētās blodiņas galvenokārt tiek izgatavotas no putu poliuretāna (31), kas ir viegls, porains, dažādas cietības, biezuma un blīvuma (32) materiāls ar dažādām fizikālām un mehāniskām īpašībām (31), (32). Arvien vairāk bezvīļu blodiņas tiek izgatavotas arī no adītām spraislājdrānām, kuras saglabā patērētājas krūšu dabisko formu (30) un nodrošina maksimālas komforta sajūtas – atbalstu, higiēnu, mīkstumumu, gludumu un elastīgumu (8), (23).

Jāatzīmē, ka formētās spraislājdrānu blodiņas izgatavo vienā operācijā bez laminēšanas un līmēšanas palīgoperācijām, kuras ir nepieciešamas, formējot blodiņas no putu poliuretāna (8).

Krūšturū blodiņu formēšana ir viena no populārākajām tehnoloģijām mūsdienu krūšturū plašražošanā (33).

#### B. Formēšana

Kā norāda *Crystal*, formēšanas process ir noteikta laika karstuma un/vai spiediena iedarbe uz formējamo drānu, kurai formēšanas laikā piešķir noteiktu trīsdimensionālu formu (8), (33). Formēšanas laikā formētās drānas molekulārā struktūra rekonstruējas un iegūst pastāvīgu trīsdimensionālu formu bez šķiedru destruktīvas (33). Temperatūras iedarbības laikā drānas polimēru ķēdes maina savu secību un struktūru (33).

Formēšanas procesā sakarsēts puansons tiek iegremdēts matricē un tas izstiep un saspiež formējamo drānu pret matrici (31)–(34) temperatūrā, kas ir lielāka nekā putu materiāla mīkstapšanas temperatūra (32). Formētās blodiņas biezumu nosaka formēšanas laikā esošā atstarpe (sprauga) starp puansonu un matrici (31), (33), (34).

Formēšanas process ilgst apmēram minūti, lai nodrošinātu temperatūras izklūvi caur formējamo putu poliuretāna drānu, kura atrodas starp puansonu un matrici, tādējādi nostiprinot iegūto trīsdimensionālo formu (31).

Putu poliuretāna drānu parasti formē kopā ar to aptverošiem laminētiem adījumdrānu slāņiem (32).

Krūštura bļodiņu formēšanas temperatūra ir atkarīga no putu poliuretāna materiāla veida un īpašībām. Kā min *Kit-lun Yick, Long Wu, Joanne Yip, Sun-pui Ng, Winnie Yu* autoru grupa, putu poliuretāna formēšanai visbiežāk izmanto temperatūru no 180 °C līdz 220 °C (31).

Saskaņā ar autoru grupas veikto eksperimentu, lai iegūtu formētās bļodiņas vēlamu formu un biežumu, ieteicamā putu PU formēšanas temperatūra ir no 180 °C līdz 190 °C (31). Jo augstāka formēšanas temperatūra un spiediens karsēšanas procesā, jo straujāk putas var deformēties, saplakt, nodzeltēt (31), (32). Jo zemāka ir formēšanas temperatūra, jo ilgāks formēšanas laiks ir nepieciešams (31), (32).

Saskaņā ar *K. L. Yick, L. Wu, J. Yip, S. P. Ng, W. Yu* grupas veiktā eksperimenta rezultātiem bļodiņu formēšanas procesā plastiskām putām ir nepieciešama 190 °C temperatūra un spiediena izturēšanas laiks 120 sekundes, bet stingrākām putām – augstāka formēšanas temperatūra 200 °C un spiediena izturēšanas laiks 90 sekundes (32).

Formēto putu poliuretāna bļodiņu kvalitāte tiek pārbaudīta vizuāli, salīdzinot tās ar etalonbļodiņas caurspīdīgu plastikas sagatavi (31). Precīzi novērtēt formēto bļodiņu ir grūti, jo tā ir ļoti mīksta un viegli deformējama (32).

Faktori, kas ietekmē optimālos formēšanas apstākļus, ir: bļodiņas aizpildījuma lielums, formēšanas temperatūra, spiediena izturēšanas laiks, putu fizikālās un termiskās īpašības kā, piemēram, mīkstināšanas temperatūra un termiski mehāniskā uzvedība (32).

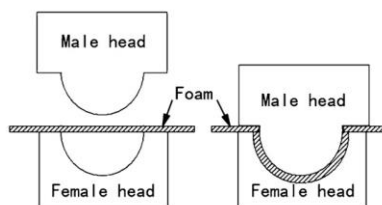
Putu materiālu un to laminēšanas īpašību lielo variāciju dēļ, kā arī pašu krūšturā bļodiņu formu, aizpildījuma un popējumu ģeometrisko īpatnību dēļ formēšanas process ir sarežģīts, laikietilpīgs un bieži kļūdainis (32). Lai noteiktu optimālos formēšanas apstākļus, ir jāveic atkārtoti izmēģinājumi (32).

### C. Formēšanas veidi

Noteikts, ka ir divu veidu formēšana – kontūras formēšana (en: *contour moulding*) un lodes formēšana (en: *bullet moulding*) (34).

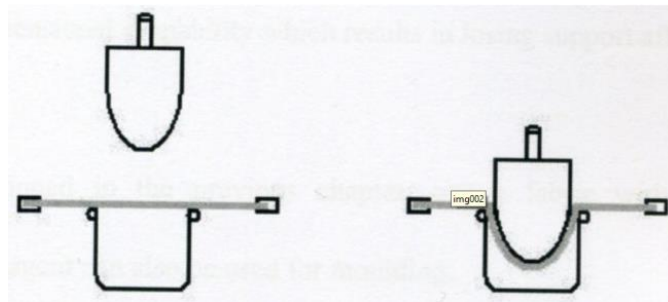


a)



b)

5. att. a) Kontūras formēšanas iekārta ar puansonu un matrici spiedveidni (31); b) kontūras formēšanas metodes shēma (31), (32).



6. att. Lodes formēšanas metodes shēma (34).

Kontūras formēšanas metodi (skat. 5. attēlu) pārsvarā izmanto putu poliuretāna lokšņu formēšanai, lai iegūtu trīsdimensionālas bezvīļu bļodiņas (31), (32), (34) ar nepieciešamajām (vēlamajām) formām. Bļodiņu formēšanas process notiek spiedveidnē, kura sastāv no matrici un puansonu un kuras forma ir tuva sieviešu krūšu formai (31), (33), (34).

Lodes formēšanas metodi (skat. 6. attēlu) parasti izmanto elastīgu drānu formēšanai (34), piemēram, spraislājdūrānām. Formēšanas process notiek apaļā cilindriskas formas veidnē, kuru noslēdz paraboliskas formas daļa ar apsildāmu tapu (lodi) (34). Formēšanas procesā termoplastiska drāna tiek spiesta veidnē leņķi pret dobumu un uzkaršēta, lai veidotos trīsdimensionāla forma (34).

Spiļes notur drānu, lai tā formēšanas laikā nedeformētos (34). Bļodiņas forma tiek kontrolēta gan lodes, gan dobuma apakšdaļās (34).

Lai no formējamās spraislājdūrānas iegūtu vēlamu trīsdimensionālu krūšturā bļodiņu, būtiski ir zināt izmantotās drānas fizikālās un termiskās īpašības. Formēšanas procesā lietotā temperatūra nedrīkst pārsniegt formējamās drānas šķiedru kušanas temperatūru.

Saskaņā ar *Joanne Yip* un *Sun-Pui Ng* pētījuma rezultātiem vairumam spraislājdūrānu optimālā formēšanas temperatūra ir 195 °C un laiks ir 140 sekundes (8). Noteikts, ka šīm drānām ir augsta pagarinājuma un reģenerācijas spēja un ir nepieciešama lielāka formēšanas enerģija, lai iegūtu vajadzīgo bļodiņas aizpildījuma dziļumu un formu (8).

Būtiski, lai pēc formēšanas bļodiņa saglabātu savu formu, krāsu, tās virsma būtu patīkama taustiņam un bez spīduma (8).

Visbiežāk formētas tiek adījumdrānas no sintētiskām šķiedrām – poliamīda, poliesteru un elastāna (35), kuru mīkstapšanas un kušanas temperatūras ir apkopotas 1. tabulā (29), (36), (37), (38). Diemžēl minētajām šķiedrām šīs temperatūras nav viennozīmīgas – dažādos informācijas avotos tās ir minētas dažādas.

1. TABULA

ŠĶIEDRU MĪKSTAPŠANAS UN KUŠANAS TEMPERATŪRAS

Šķiedra	Mīkstapšanas temperatūra, °C	Kušanas temperatūra, °C
Poliamīds	170–235 (29)	215–255 (29)
Poliamīds 6	–	217–219 (36)
poliamīds 12	–	173–180 (36)
Poliesters	185 (29) 245–248 (36)	223–295 (29) 255–265 (36)
Elastāns	175 (37) 175–200 (38)	250 (37) 160–230 (38)

2015/10

#### D. Bļodiņu formēšana Latvijas krūšturu ražotnē

Gan putu poliuretāna, gan adījumdriņu, gan spraislājdriņu krūšturu bļodiņu formēšana Latvijas krūšturu ražotnē notiek, izmantojot gan kontūras formēšanas metodi, gan lodes formēšanas metodi un atbilstošas spiedveidnes.

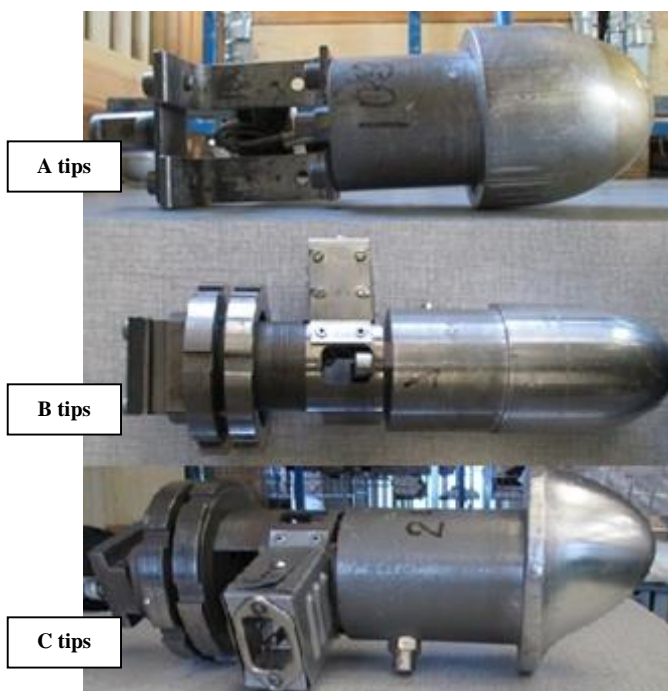
Atkarībā no formējamās drānas veida un elastības krūšturu ražotnē tiek izvēlēts atbilstošs formēšanas spiedveidnes tips (A, B vai C) un tam atbilstošs puansona/matrices diametrs (skat. 7. un 8. attēlu) (35).

Uzņēmumā biežāk lietoto A un B tipa spiedveidņu forma ir apaļa (nošķelta lode) un C tipa spiedveidnes forma ir lāsveida (skat. 7. attēlu) (35). Puansonu izmērus un iegremdēšanas dziļumus izvēlas pēc vajadzīgo bļodiņu aizpildījumu lielumu skalas (35).

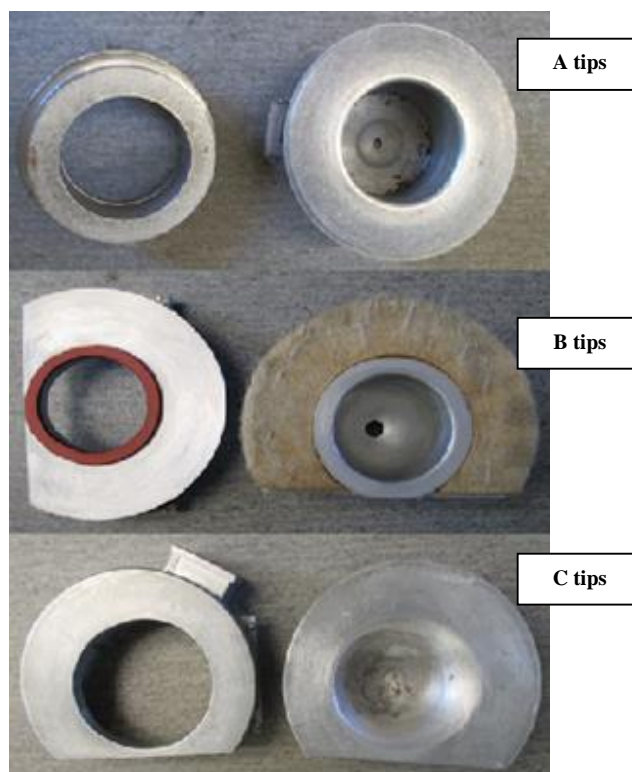
Krūšturu ražotnē formēšanas spiedveidnes B tips tiek izvēlēts drānām, kurām elastība abos virzienos ir vienāda vai līdzīga, A tips – drānām, kurām elastība vienā virzienā ir lielāka nekā otrā virzienā (35). Spraislājadriņu izstrādājumu formēšanai izmanto C tipa spiedveidni (35).

Piemēram, Latvijas krūšturu ražotnes tirdzniecībā esošo krūšturu bļodiņas no spraislājdriņas ar art. RS8640 (PA 88 %, EL 12 %) tiek formētas 170 °C temperatūrā 80 sekundes, izmantojot vajadzīgajiem bļodiņu aizpildījumu lielumiem puansonus/matrices no 100 mm līdz 110 mm diametrā un puansonu iegremdēšanas dziļumus no 60 mm līdz 85 mm (35).

Krūšturu bļodiņu formēšanai ar A vai C tipa formēšanas spiedveidni izmanto formēšanas lekālu – drānas sagatavi, kas ir piegriezta taisnstūra formā ar nošķeltiem diviem augšējiem stūriem (skat. 9. attēla a), lai formēšanas laikā ievērotu t.s. drānas taisnvirzienu (35).



7. att. Latvijas krūšturu ražotnes formēšanas iekārtu spiedveidņu tipu puansoni (35).

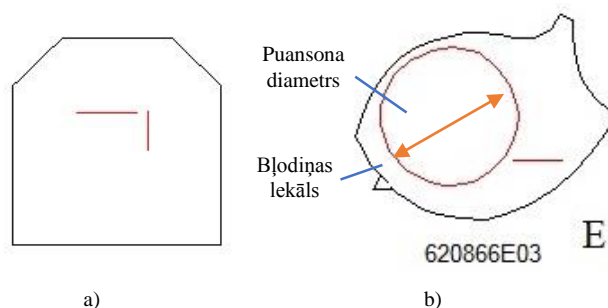


8. att. Latvijas krūšturu ražotnes formēšanas iekārtu spiedveidņu tipu matrices (35).

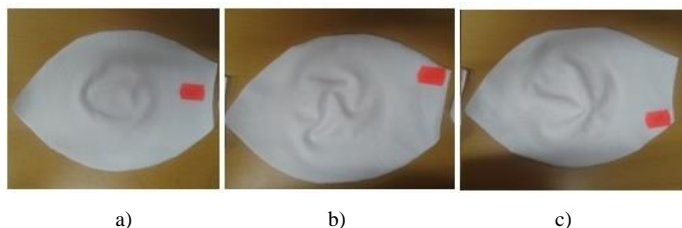
Šādas krūšturu bļodiņu sagataves ar papildus uzlaidēm (skat. 9. attēla a) izmanto mazelastīgām, abos virzienos atšķirīgi elastīgām drānām vai spraislājdriņām, jo ir grūti prognozēt formējamās drānas uzvedību formēšanas laikā un bļodiņas formnoturību pēc formēšanas. Rezultātā ir lielāks drānas patēriņš nekā tas faktiski krūšturu bļodiņai ir nepieciešams. Tas attiecīgi palielina arī ražošanas izmaksas.

Abos virzienos vienādi vai līdzīgi elastīgām drānām (elastāna vairāk par 12 %) formēšana notiek gatavas bļodiņas konfigurācijā piegrieztai sagatavei bez papildus uzlaidēm (skat. 9. attēla b) (35).

Ja tiek izmantota pilnīgi jauna drāna, pirmajā formēšanas reizē tiek izmēģināti vairāki puansona iegremdēšanas dziļumi (skat. 10. attēlu), lai noskaidrotu drānas elastību un tās formnoturību pēc formēšanas (35).



9. att. Krūšturu bļodiņu formēšanas lekāli: a) mazelastīgām, abos virzienos dažādi elastīgām drānām vai spraislājdriņām b) abos virzienos vienādi elastīgām drānām (35).



10. att. Krūsturu ražotnē formētas adījumdžānas bļodiņas ar dažādiem puansona iegremdēšanas dziļumiem. Puansona kods 90, diametrs 10 cm, iegremdēšanas dziļumi: a) 2,0 cm; b) 2,5 cm; c) 3,0 cm (35).

Izmantojot plastikāta sagataves, ražotnē pārbauda formēto bļodiņu formatbilstību etaloniem un atzīmē piegriešanas līnijas (35).

Formēto bļodiņu piegriešana notiek manuāli ar lentveida nazi, piegriežot vairākas bļodiņas vienlaicīgi (35).

#### IV. SPRAISLĀJDRĀNU ELASTĪBAS NOTEIKŠANA

Saskaņā ar standarta EN 14704-1:2005 Tekstiliju elastīguma noteikšana – 1. daļu: Strēmeļu testi (*Determination of the elasticity of fabrics - Part 1: Strip tests*), elastība ir materiāla īpašība, saskaņā ar kuru materiāls tiecas atgūt tā sākotnējo izmēru un formu uzreiz pēc deformāciju izraisīta spēka noņemšanas (39).

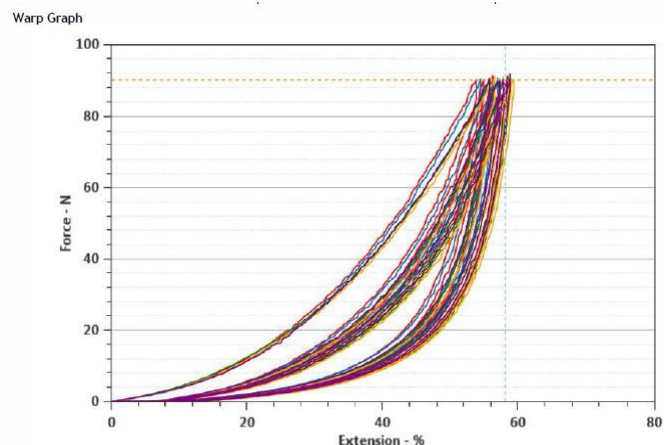
Savukārt elastības spēka modulis tiek mērīts konkrētā pagarinājuma slodzes vai atslodzes līknēs (39).

Šajā pētījumā divām šķērsadītām spraislājdrānām tika pārbaudīta to elastība cilpu rindiņu un cilpu stabiņu virzienā saskaņā ar standartu EN 14704-1:2005 (39), izmantojot universālo izturības testeru *Titan* (skat. 11. attēlu) uzņēmumā *James Heal* Apvienotajā Karalistē (40).

*Titan* iekārtai ir pieci dažādi spēka sensori (ne vairāk kā 5000 N jauda), komplektā kopā ar plašu klāstu manuāliem un pneimatiskiem satvērējiem (41). Darba spiediens ir no 700 kPa līdz 1000 kPa, modulis (N) pie 40 % (41). Visus testa rezultātus iespējams saglabāt datorā un izdrukāt (41).



11. att. *Titan* iekārta tekstila un ne-tekstila elastības pārbaudei (41).



12. att. Spraislājdrānas ar art. 98360.370437 elastības pārbaude cilpu stabiņu virzienā (40), relatīvā kļūda pagarinājumam 2,65 %.

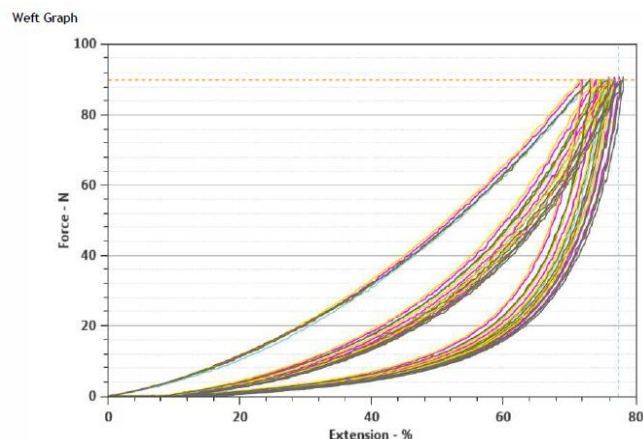
Testētas divas drānas – viena spraislājdrāna, art. RS8640, ir balta (PA 88 %, EL 12 %;  $370 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ) (35). Otra spraislājdrāna, art. 98360.370437, ir rozā (PES 74 %, PA 16 %, EA 10 %;  $590/670 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ) (35). Abas drānas var formēt  $195 \text{ }^\circ\text{C}$  temperatūrā. Formēšanas laiks drānai ar art. RS8640 ir 60 sekundes, ar art. 98360.370437 – 30 sekundes (35).

Drānu elastības noteikšanas metode: pārbaudāmās drānas noteiktu izmēru paraugs tiek izstiepts nemainīgā ātrumā ar noteiktu spēku vai pagarinājumu ar noteiktu ciklu skaitu. Parauga elastību nosaka, mērot konkrētas īpašības (39).

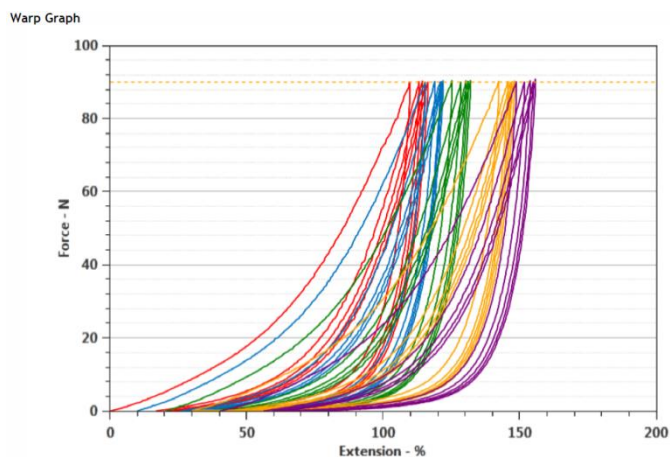
Saskaņā ar uzņēmuma *James Heal* veiktā eksperimenta rezultātiem, katras drānas elastība tika testēta tās pieciem paraugiem cilpu stabiņu virzienā un pieciem paraugiem cilpu rindiņu virzienā (skat. 12. – 15. attēlu) (40). Adījumdžānām katrs paraugs ir  $250 \pm 1 \text{ mm}$  garš un  $75 \pm 1 \text{ mm}$  plats (39).

Elastības noteikšanas metodes iestatījumi: 5 cikli, katra cikla gan izstiepšanas, gan reģenerācijas ātrums  $100 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ , sākotnējā nostiepuma spēks 90 N (40). Pieliktā slodze ir 5000 N (40).

Rezultātu iestatījumi katra cikla slodzei: stiepšanas spēks 90 N un modulis (N) pie 40 % (40).



13. att. Spraislājdrānas ar art. 98360.370437 elastības pārbaude cilpu rindiņu virzienā (40). Relatīvā kļūda pagarinājumam ir 0,98 %.



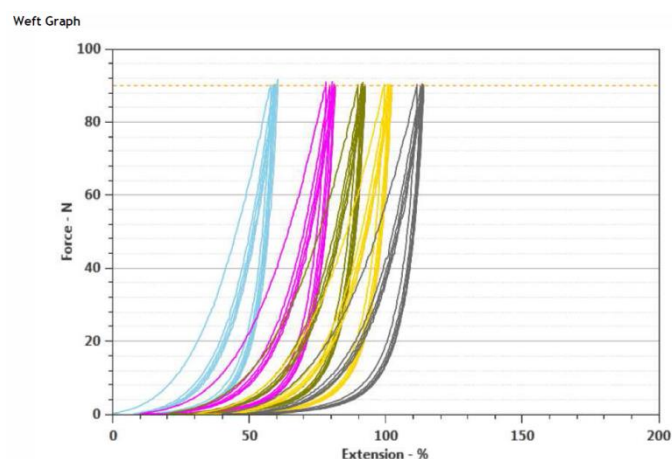
14. att. Spraislājdrānas ar art. RS 8640 elastības pārbaude cilpu stabiņu virzienā (40). Relatīvā kļūda pagarinājumam ir 2,99 %.

Eksperimenta rezultātā katrai pārbaudāmai drānai tika iegūti tās elastības noteikšanas rezultātu divi grafiki: viens 5 paraugiem cilpu stabiņu virzienā, otrs 5 paraugiem cilpu rindiņu virzienā (skat. 12.–15. attēlu) (40).

2. tabulā apkopoti minēto spraislājdrānu elastības pārbaudes rezultāti. 16. un 17. attēlā uzskatāmi parādīti abu drānu cilpu rindiņu un cilpu stabiņu virzienu pagarinājumi (%) un moduļi (N) ar standartnovirzēm.

Noteikts, ka pie pieliktās slodzes 90 N spraislājdrāna ar art. 98360.370437 ir par 24,83 % elastīgāka cilpu rindiņu nekā cilpu stabiņu virzienā (attiecīgi 77,362 % un 58,154 %). Savukārt, pie tādas pašas slodzes 90 N spraislājdrānai ar art. RS 8640 elastība ir par 39,02 % lielāka cilpu stabiņu nekā cilpu rindiņu virzienā (attiecīgi 114,736 % un 69,968 %).

Tas nozīmē, ka atkarībā no drānas elastības, pagarinājuma un reģenerācijas spējas ir iespējams prognozēt formējamās krūštura bļodiņas konkrēta aizpildījuma lieluma sagataves lekāla (skat. 9. attēla a) formu un izmērus, tā precizējot lekāliem vai sagatavēm nepieciešamo papildus uzlaižu lielumus un racionalizējot drānas izlietojumu.



15. att. Spraislājdrānas ar art. RS 8640 elastības pārbaude cilpu rindiņu virzienā (40). Relatīvā kļūda pagarinājumam 9,76 %.

Piemēram, no spraislājdrānas ar art. 98360.370437 formējamās bļodiņas sagataves lekāla papildus uzlaiidēm jābūt lielākām cilpu stabiņu, nevis cilpu rindiņu virzienā. Savukārt, no spraislājdrānas ar art. RS 8640 formējamās bļodiņas sagataves lekāla papildus uzlaiidēm jābūt ievērojami lielākām tieši cilpu rindiņu, nevis cilpu stabiņu virzienā.

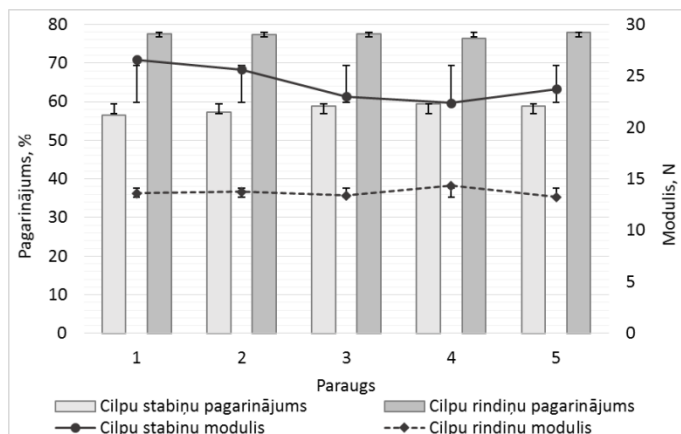
Secināts, jo lielāka ir drānas elastība, jo mazāks spēks jāpiemēro tās stiepšanai, deformācijai. Formveidojot krūšturu bļodiņas no spraislājdrānām, ir jāņem vērā ne tikai formēšanas procesā lietotā temperatūra un laiks, bet arī spiediens, puansona iegremdēšanas dziļums un drānas reģenerācijas laiks.

Zinot drānas šķiedru sastāvu, veidu, elastību un bļodiņas aizpildījuma lielumu, ir iespējams prognozēt bļodiņas formēšanas laikā lietojamo temperatūru, aiztures laiku, puansona iegremdēšanas dziļumu un puansona/matricas diametru, tādējādi samazinot laiku bļodiņu eksperimentālo paraugu izmēģinājumiem

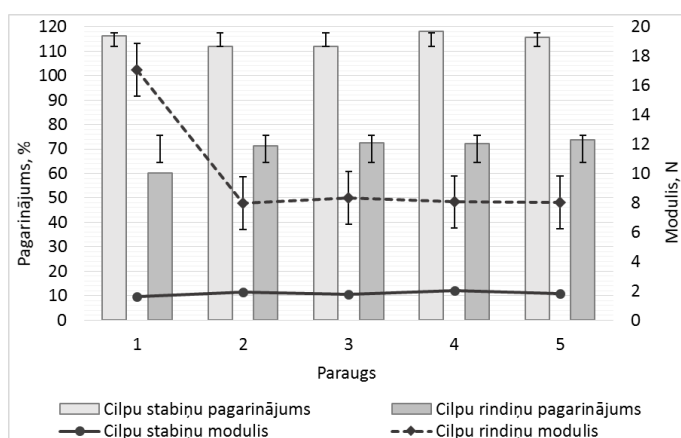
2. TABULA

SPRAISLĀJDRĀNU ELASTĪBAS PĀRBAUDES REZULTĀTI

Drāna	Cilpu stabiņu virziens			Cilpu rindiņu virziens		
	Paraugs	Pagarinājums, %	Elastības spēka modulis, N	Paraugs	Pagarinājums, %	Modulis, N
Art. 98360.370437	1	56,41	26,59	1	77,5	13,61
	2	57,32	25,62	2	77,38	13,77
	3	58,89	22,98	3	77,54	13,38
	4	59,37	22,36	4	76,36	14,35
	5	58,78	23,73	5	78,03	13,24
<b>Vidējais aritmētiskais</b>		<b>58,154</b>	<b>24,256</b>		<b>77,362</b>	<b>13,67</b>
Art. RS 8640	1	116,33	1,61	1	60,25	17,05
	2	111,87	1,90	2	71,39	7,97
	3	111,84	1,73	3	72,37	8,34
	4	117,99	2,00	4	72,07	8,05
	5	115,65	1,79	5	73,76	8,03
<b>Vidējais aritmētiskais</b>		<b>114,736</b>	<b>1,806</b>		<b>69,968</b>	<b>9,888</b>



16. att. Spraislājdrānas ar art. 98360.370437 pagarinājumi (%) un moduli (N) ar standartnovirzēm cilpu rindīņu un cilpu stabiņu virzienā.



17. att. Spraislājdrānas art. RS 8640 pagarinājumi (%) un moduli (N) ar standartnovirzēm cilpu rindīņu un cilpu stabiņu virzienā.

Drānu elastību iespējams noteikt arī ar *TruBurst* iekārtu (skat. 18. attēlu), kas ir pneimatiska plīšanas pārbaudes iekārta, kura atbilst ISO 13938-2 un ISO 2758 standartu prasībām (42).

Iekārtas augšējais spiediena limits ir 1000 kPa jeb  $1000 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$  (42). Izšķirtspēja ir 0,2 kPa (42). Distensijas (apmēra palielināšanās) minimums ir 0,1 mm un maksimums – 70,0 mm (42).

Drāna spiediena ietekmē tiek uzpūsta un pārrauta (pārsprāgst). Iekārta mēra dažādu drānu, arī tekstildrānu pārraušanas spēku, uzpūšanos pārsprāgšanas brīdī, stiepes un reģenerācijas īpašības (42). Visus testa rezultātus iespējams saglabāt datorā un izdrukāt (42).

Secināts, ka diemžēl *TruBurst* iekārta nav piemērota drānām ar mazu elastības moduli (N), t.i., ar pagarinājumu jebkurā drānas virzienā lielāku par 70 %, jo maksimālā pieļaujamā drānas distensija ir 70 mm. Līdz ar to pārbaudāmo drānu nav iespējams pārraut un noteikt tās pārraušanas spēku.

## V. SECINĀJUMI

Bezvilu formētās spraislājdrānu blodiņas saglabā patērētājas krūšu dabisko formu un nodrošina maksimālas komforta sajūtas – atbalstu, higiēnu, elastīgumu, mīkstum, gludumu. Formēto blodiņu izgatavošanai izmanto gan spraislājgarenadījumus, gan spraislājšķērsadījumus.



18. att. Pneimatiskā iekārta pārraušanas izturības noteikšanai *TruBurst* (42).

Optimālos formēšanas apstākļus ietekmē drānas fizikālās un termiskās īpašības, formēšanas temperatūra, laiks un blodiņas aizpildījuma lielums. Formēšanas temperatūrai ir jābūt lielākai nekā drānas šķiedru mīkstapšanas temperatūrai un mazākai par drānas šķiedru kušanas temperatūru.

Formētai blodiņai jā saglabā savā forma bez šķiedru destrukcijas un vizuāliem defektiem.

Jo lielāks ir krūstura blodiņas aizpildījuma lielums, jo lielāks puansona iegremdēšanas dziļums un puansona/matricas diametrs ir jālieto formēšanas laikā. Jo elastīgāka drāna un ar augstāku reģenerācijas spēju, jo dziļāk spiedveidnes puansons ir jāiegremdē un ilgāks formēšanas laiks ir nepieciešams.

Zinot drānas šķiedru sastāvu, veidu, elastību un blodiņas aizpildījuma lielumu, ir iespējams prognozēt blodiņas formēšanas laikā lietotos formēšanas procesa tehnoloģiskos režīmus un samazināt eksperimentālo paraugu izmēģinājumu skaitu un laiku.

Zinot drānas elastību, pagarinājuma un reģenerācijas spēju, iespējams prognozēt arī formējamās konkrēta aizpildījuma lieluma krūstura blodiņas sagataves lekāla izejas lielumus – formu, izmērus un papildus uzlaižu lielumus, tā racionalizējot drānas izlietojumu.

Lai novērtētu, kāda ir elastības robeža starp elastīgu un maz-elastīgu drānu, pētījumi ir jāturpina. Tas ļaus pamatoti samazināt formējamās krūstura blodiņas sagataves lekāla laukumu un ražošanas izmaksas.

## PATEICĪBA

Paldies uzņēmumam *James Heal* Apvienotajā Karalistē par drānu elastības noteikšanu un sniegtajiem rezultātiem.

## LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Abounaim, Md. *Process development for the manufacturing of at knitted innovative 3D spacer fabrics for high performance composite applications*. Dissertation. Dresden University of Technology, 2011, p. 198.
2. *Baltex* [tiešsaiste]. [skatīts 16.01.2015.]. Pieejams: <http://www.baltex.co.uk/sectors/>
3. LÁZÁR, Károly. Application of knitted fabrics in technical and medical textiles. [tiešsaiste]. In: *The 5th International Congress IFKT*, Slovenia, Ljubljana, 27 – 29 May 2010. [skatīts 14.01.2015.]. Pieejams: [www.lazarky.hu/58pub/IFKT2010.pd](http://www.lazarky.hu/58pub/IFKT2010.pd)
4. Dadhiwale, Abdulwahid, Application of knitted fabrics in technical and medical textiles. [tiešsaiste]. [skatīts 16.01.2015.]. Pieejams: <http://textilelearner.blogspot.com/2013/12/application-of-knitted-fabrics-in.html#ixzz3OGJbZZve>

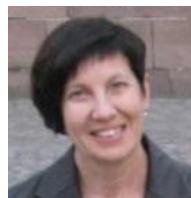


5. *Macna products* [tiešsaiste]. [skafīts 16.01.2015.]. Pieejams: <http://www.macna.com/>
6. *Intermetveikals veicis.lv* [tiešsaiste]. [skafīts 16.01.2015.]. Pieejams: [https://www.veicis.lv/?valoda=lv&nod\\_id=128111100&pid=803414kurpes](https://www.veicis.lv/?valoda=lv&nod_id=128111100&pid=803414kurpes)
7. *Averinox* [tiešsaiste]. [skafīts 16.01.2015.]. Pieejams: [http://averinox.nl/knitted\\_spacer\\_fabric.html](http://averinox.nl/knitted_spacer_fabric.html)
8. Joanne Yip, Sun-Pui Ng. Study of three-dimensional spacer fabrics: Molding properties for intimate apparel application. *Journal of Materials Processing Technology*, 2009, 209, pp. 58–62. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2008.01.029>
9. Joanne Yip, Sun-Pui Ng. Study of three-dimensional spacer fabrics: Physical and mechanical properties. *Journal of Materials Processing Technology*, 2008, 206, pp. 359–364. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2007.12.073>
10. *Baltex* [tiešsaiste]. [skafīts 16.01.2015.]. Pieejams: <http://www.baltex.co.uk/spacerfabrics/>
11. *Spacer fabric Dry-Max* [tiešsaiste]. [skafīts 16.01.2015.]. Pieejams: <http://blog.refirmance.com.tw/2014/06/dry-max-material-makes-you-feel-cool-and-dry/>
12. *Culzean Textile Solutions* [tiešsaiste]. [skafīts 10.10.2015.]. Pieejams: <http://www.culzean.com/spacer-fabric.asp>
13. *Jing Feng Chemical Fiber Technology Co. Ltd.* [tiešsaiste]. [skafīts 02.10.2015.]. Pieejams: <http://www.jingfengcft.com/en/>
14. *Knitting Industry* [tiešsaiste]. [skafīts 10.10.2015.]. Pieejams: <http://www.knittingindustry.com/biomedical-warp-knit-project-aids-diabetes-research/>
15. *Innovationintextiles* [tiešsaiste]. [skafīts 10.10.2015.]. Pieejams: <http://www.innovationintextiles.com/techtextil-stand-design-incorporates-innovative-fabrics/>
16. *Knitted Fabrics For Industrial Application*. Abdulwahid Dadhiwale [tiešsaiste]. [skafīts 15.10.2015.]. Pieejams: <http://textilelearner.blogspot.com/2013/12/knitted-fabrics-for-industrial.html>
17. *Garenadījums* [tiešsaiste]. [skafīts 16.01.2015.]. Pieejams: <http://www.lettonica.lv/groups/default.aspx?q=garenad%20c4%20abjums&s=0&g=2&r=10621033>
18. *Šķērsadījums* [tiešsaiste]. [skafīts 16.01.2015.]. Pieejams: <http://www.lettonica.lv/groups/default.aspx?q=c5%20a1%20c4%20b7%20c4%2093rsad%20c4%20abjums&s=0&g=2&r=10621033>
19. *3D Fiberglass Fabric* [tiešsaiste]. [skafīts 10.10.2015.]. Pieejams: [http://leogrouveve.en.ec21.com/offer\\_detail/Sell\\_3D\\_Fiberglass\\_Fabric--23436050.html](http://leogrouveve.en.ec21.com/offer_detail/Sell_3D_Fiberglass_Fabric--23436050.html)
20. *Suzhou Victory Textile Co. Ltd.* [tiešsaiste]. [skafīts 16.01.2015.]. Pieejams: [http://szwtr.en.alibaba.com/product/60282533024-800610214/100\\_Polyester\\_3D\\_Knitted\\_Spacer\\_Fabric.html](http://szwtr.en.alibaba.com/product/60282533024-800610214/100_Polyester_3D_Knitted_Spacer_Fabric.html)
21. *Dayi Warp Knitting Co. Ltd.* [tiešsaiste]. [skafīts 02.10.2015.]. Pieejams: <http://www.made-in-china.com/showroom/dayimeshfabric/product-detailVMWndoPbLshr/China-Spacer-Fabric-for-Bra-Cup.html>
22. *Wuxi New Area Weilong Dress & Personal Adornment Co. Ltd.* [tiešsaiste]. [skafīts 02.10.2015.]. Pieejams: <http://weilongwx.en.alibaba.com/>
23. *Antynea* [tiešsaiste]. [skafīts 01.10.2015.]. Pieejams: [http://www.antynea.com/images/categories/Catalogue/2015/catalog2015\\_rus.pdf](http://www.antynea.com/images/categories/Catalogue/2015/catalog2015_rus.pdf)
24. *MUEHLMIEER Bodyshaping GmbH* [tiešsaiste]. [skafīts 01.10.2015.]. Pieejams: <http://www.muehlmeier.eu/bra-cups/>
25. *Recticel Body Foams* [tiešsaiste]. [skafīts 01.06.2015.]. Pieejams: [http://bodyfoams.com/about\\_us/recticel](http://bodyfoams.com/about_us/recticel)
26. Medvedkov, V. M., Boronina, L. P., Durigina, T. F., et al.; Pod obshej red. Koketkina, P. P. *Spravochnik po konstruirovaniyu odezhdj. M.: Ljokkaja i pishcevaja prom – stj*, 1982, pp. 312.
27. Kurenova, S. V., Saveljeva, N. J. *Konstruirovaniye odezhdj. (2-e izd.) Serija "Vissheje professionalnoje obrazovaniye"*. Rostov-na-Donu, 2004, pp. 480.
28. Antipova, A. I., Vinogradova, Z. M., Dimovskaja, G. N., Maksimova, T. A., Terentjeva, I. A. *Modelirovaniye, konstruirovaniye i tehnologija korsetnih izdelij. M.: izd-vo "Ljokkaja industrija"*, 1971, pp. 152.
29. *Polucenije, strojenije i svojstva himicheskijh nitej: metodicheskije ukazaniya k laboratornim rabotam po kursu "Materialovedeniye" dlja studentov specialnosti 1-50 01 01*. Ivanenkov, D. A., Kuznecov, A. A. [tiešsaiste]. Vitebsk: Ministerstvo obrazovaniya Respubliki Belarusj, Uchrezhdenije obrazovaniya "Vitebskij gosudarstvennij tehnologiceskij universitet", 2009, pp. 28. [skafīts 03.10.2015.]. Pieejams: [www.tk.vstu.by/metod/mu\\_ivanenkovkuznetsovhv.pdf](http://www.tk.vstu.by/metod/mu_ivanenkovkuznetsovhv.pdf)
30. Šroma, I. *Viedie korseģērbi: maģistra darbs*. Rīgas Tehniskā universitāte. Rīga, 2013, 115. lpp.
31. Kit-lun Yick, Long Wu, Joanne Yip, Sun-pui Ng, Winnie Yu. Study of thermal–mechanical properties of polyurethane foam and the three-dimensional shape of molded bra cups. *Journal of Materials Processing Technology*, 2010, 210, pp. 116–121. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2009.08.004>
32. K. L. Yick, L. Wu, J. Yip, S. P. Ng, W. Yu. An Evaluation of the Three-dimensional Geometric Shape of Moulded Bra Cups. *Fibers and Polymers*, 2011, vol. 12, no. 4, pp. 556–563. <http://dx.doi.org/10.1007/s12221-011-0556-8>
33. Crystal. Tsz Ying MA. *Three dimensional geometric shape analysis of molded bra cup*. Thesis. Institute of Textile & Clothing: The Hong Kong Polytechnic University, 2011, p. 117.
34. Car, Ka Man Tsang. *A study of foam yellowing performance for bra cup moulding and end uses*. Institute of Textiles and Clothing: The Hong Kong Polytechnic University, 2010, p. 244.
35. Krūsturu ražotnes Latvijā materiāli.
36. *POLYMERY.RU* [tiešsaiste]. [skafīts 03.10.2015.]. Pieejams: <http://polymery.ru/termoplast.php>
37. Senthilkumar., M., Anbumani, N., Hayavadana, J. Elastane fabrics – A tool for stretch applications in sports. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 2011, 36, pp. 300–307.
38. *Naznachenije poliuretanovyh volokon* [tiešsaiste]. [skafīts 03.10.2015.]. Pieejams: <http://westud.ru/work/180080/Naznachenie-poliuretanovyh-volokon>
39. *Determination of the elasticity of fabrics – Part 1: Strip tests*. EN 14704-1:2005.
40. Universal strength tester Titan tests results. James Heal, UK.
41. *Universal Strength Tester Titan* [tiešsaiste]. [skafīts 25.09.2015.]. Pieejams: <https://www.james-heal.co.uk/en/titan>
42. *Bursting Strength Tester TruBurst* [tiešsaiste]. [skafīts 25.09.2015.]. Pieejams: <https://www.james-heal.co.uk/en/truburst>



**Inese Šroma, Mg. sc. ing.** Doctoral student. She obtained *Bc. sc. ing.* degree in Materials Science, Textile and Clothing Technology (2005) and Professional Master's Degree in Clothing and Textile Technology and Engineer Qualification in Clothing and Textile Production (2013) at Riga Technical University. Title of her Master's thesis was "Smart Underwear". Since 2013 I. Šroma is a researcher at Institute of Design Technologies, Riga Technical University.

Research interests: comfort in clothing, physiological comfort. Work experience: clothing designer-constructor in *EROTIQE* Ltd. (2007–2011) and in *TILLY* Ltd. (2011). Address: Institute of Design Technologies, Riga Technical University, Kipsalass str. 6, LV-1048, Latvia  
E-mail: inese.sroma@edu.rtu.lv



**Inese Ziemele, Dr. sc. ing.** Fields of study: optimization of sewing parameters, selective methods of sewing machines for assurance of guaranteed quality in the clothing production layout. Work experience: senior technologist in *LLC Solutions*, Riga, Latvia (1998–2007), since 2007 researcher and Associated Professor at the Institute of Design Technologies, Riga Technical University, Faculty of Materials Science and Applied Chemistry, Riga, Latvia.

Research interests: apparel production technologies, design of production processes in sewing companies, apparel logistic. Address: Institute of Design Technologies, Riga Technical University, Kipsalass str. 6, LV-1048, Latvia.  
E-mail: inese.ziemele@rtu.lv



**Edīte Lēvalde**, *Bc. sc. ing.* Master student. She obtained Professional Bachelor degree in Clothing and Textile Production and Engineer Qualification in Clothing and Textile Production in 2015 at Riga Technical University. Title of her Bachelor thesis was “Moulded Cups for Bras”. Work experience: consultant-vendor at *Madara Retail Ltd.* (2014-2015). E-mail: edite.levalde1@gmail.com

### **Inese Šroma, Inese Ziemele, Edīte Lēvalde. Spacer fabrics and moulded bras' cups**

In this research manufacturing methods (weaving, braiding, weft-knitting, and warp-knitting and stitching) are clarified, characteristic properties and use of spacer fabrics is reviewed. Established manufacturers of spacer fabrics and moulded cups are listed. Established cups moulding methods – contour moulding and bullet moulding. Analysis of moulding process of cups from polyurethane foam was carried out to find the temperature and time necessary to manufacture formed cups from spacer fabrics. Optimum moulding conditions affect physical and thermal properties of the fabric, moulding temperature, and time and fill size of the cup. To manufacture seamless moulded cups both warp-knitted and weft-knitted spacer fabrics are used. Seamless moulded cups of spacer fabrics keep the natural shape of consumer's breasts and provide feelings of maximum comfort – support, hygiene, flexibility, softness, smoothness. A moulded cup is required to retain its shape without fibres degradation and visual defects. Provides that the moulding temperature must be greater than the temperature of soft creation point of fabric fibres and less than the temperature of melting point of the fabric fibres. The higher fill size of bra cup, the greater diameter of the punch/matrix and immersion depth of punch should be used for moulding. The more elastic the fabric is and the higher ability of recovery of the fabric is, the deeper the punch of press mould has to be submerged and the longer moulding time is required. Fixed elasticity of two weft-knitted spacer fabrics, which affects the design output values of bras' cups and technological regimes of moulding process – fill size of the moulded cup, type and size of the corresponding template and immersion depth of the punch. If fibre composition, type, elasticity of the fabric and fill size of cup is known, it is possible to predict moulding time of cup, used technological regimes of moulding process and to reduce number of experimental samples and time required. If elasticity, elongation and recovery ability of the fabric is known, it is possible to also predict design output values of specific fill size of bra mouldable cup – shape, size and values of additional margin allowance for rational use of the fabric. Current study should be continued to reduce the area of preforms of mouldable bra cups and the cost of manufacturing. To assess what is the boundary of elasticity between the elastic and less elastic fabric further research is needed.

### **Инесе Шрома, Инесе Зиеле, Эдите Левалде. Текстильные полотна «спейсер» и формованные чашки бюстгалтера**

В исследовании рассмотрены методы производства (ткачество, плетение, поперечное вязание, основное вязание и шитье), характерные особенности и использование текстильных полотен «спейсер» (spacer fabrics). Определены производители текстильных полотен «спейсер» и формованных чашек из них. Определены методы формования чашек – формирование контура и формирование ядра. Проведен анализ процесса формования чашек из пенополиуретана, позволяющий определить температуру и время, необходимые для производства формованных чашек из текстильных полотен «спейсер». На оптимальные условия формования текстильного полотна влияют физические и термические свойства сырья, температура формования, время и размер заполнения чашки. Для производства бесшовных формованных чашек используются поперечно-вязанные и основовязанные текстильные полотна «спейсер». Бесшовные формованные чашки текстильных полотен «спейсер» сохраняют естественную форму груди и создают ощущения комфорта – поддержку, гигиену, эластичность, мягкость, гладкость. Формованная чашка должна сохранить свою форму без деструкции волокон и визуальных дефектов. Определено, что температура формования должна быть больше температуры размягчения волокон текстильного полотна и ниже температуры плавления волокон текстильного полотна. Чем больше объем заполнения чашки бюстгалтера, – тем больший диаметр пуансона/матрицы и глубина погружения пуансона должны быть использованы в процессе формования. Чем эластичней текстильное полотно с высокой способностью регенерации, тем глубже надо погружать пуансон в пресс-форму, при этом требуется более длительное время формования. Определена эластичность двух поперечно-вязанных текстильных полотен «спейсер», которая влияет на исходные данные процесса проектирования чашек бюстгалтера и технологические режимы процесса формования – размер заполнения формованной чашки, тип и размер соответствующего лекала и глубину погружения пуансона. Зная состав волокон текстильного полотна, тип, эластичность и размер заполнения чашки, можно прогнозировать технологические режимы формования чашки и снизить количество экспериментальных образцов и время, затраченное на них. Зная эластичность и способность регенерации текстильного полотна, можно также для конкретного размера заполнения формованной чашки бюстгалтера прогнозировать выходные величины проектирования – форму, размеры и величины дополнительных припусков для более рационального использования текстильного полотна. Для определения возможностей уменьшить площадь лекала заготовки формованной чашки бюстгалтера и затрат производства планируется продолжить данное исследование. Не изучен также вопрос оценки величины эластичности эластичного и малоэластичного текстильного полотна.