

Stiklo defektų, susijusių su lydalo tekėjimo lašotiekyje bei lašo formavimo ypatumais, susidarymas

A. Balandis, L. Kemeklis, G. Vaickelionis

*Kauno technologijos universitetas,
Radvilėnų pl. 19, LT-50254 Kaunas, Lietuva
El. paštas alfredas.balandis@ktu.lt*

crossref <http://dx.doi.org/10.5755/j01.ct.60.2.1889>

Gauta 2012 m. birželio 1 d., priimta spaudai 2012 m. birželio 14 d.

Vienas dažniausiai pasitaikančių presuoto stiklo gaminių defektų yra tįsos. Tai yra ilgas stiklo defektas, apie kurį telkiasi vidiniai įtempiai ir mažėja stiklo gaminių mechaninis bei termomechaninis stipris. Tįsų susidarymo priežasčių nustatymas yra ypač svarbus elektrovakuuminio stiklo gamyboje. Technologinių procesų metu, esant dideliems stiklo temperatūros kitimo greičiams, dėl stiklo detalių skilimo susidaro nemaži gamybos nuostoliai.

Šiame darbe nustatyta anksčiau nepastebėta dar viena tįsos atmaina – presuoto ekrano centrinėje dalyje susidaranti siūlo formos tįsa. Šios tįsos susidarymas gali būti paaiškintas tik kaip pasekmė skirtingos cheminės sudėties lydalo heterogeninės kristalizacijos ant plunžerio kietosios fazės paviršiaus, plunžeriui kylant į viršų. Darbe taip pat aptartos stiklo lydalo homogenizavimo lašotiekyje problemos.

Įvadas

Gaminant įvairius stiklo gaminius lydalo lašo presavimo būdu susiduriama su dėsningu labai ilgų stiklo defektų (tįsų) susidarymu. Kadangi tįsų tankis bei temperatūris linijinis plėtimosi koeficientas skiriasi nuo pagrindinės stiklo masės, aplink šiuos stikliškus defektus telkiasi vidiniai įtempiai, mažėja gaminių mechaninis ir termomechaninis stipris ir kinta ekrano konstrukciniai matmenys. Tai ypač svarbu televizorių kolbų gamyboje, nes stiklinio ekrano sulydymo su kūgiu procesas vyksta esant 460 °C temperatūrai, o šioje technologinėje operacijoje temperatūros kitimo greitis yra apie 12 °C/min. Po to kitas kolbos vakuumavimas vyksta esant 310 °C temperatūrai, o temperatūros kitimo greitis yra dar didesnis – 14–15 °C/min. Stiklo detalių skilimai sudaro pagrindinius nuostolius kineskopų gamyboje, todėl stiklo skilimo priežasčių išaiškinimas yra vienas aktualiausių gamybos uždavinių.

Skirtingų savybių linijinių stikliškų defektų – tįsų susidarymą reikia priskirti prie vidinių stiklinių detalių defektų. Stiklo lydalo išsisluoksniavimo ir stikliškų tįsų susidarymo priežasčių ir mechanizmo nustatymas yra aktuali problema, siekiant padidinti stiklo detalių mechaninį bei termomechaninį stiprį.

Tįsų susidarymas aiškinamas įvairiai. Vieni autoriai [1] teigia, kad kitokios cheminės sudėties stiklo sluoksniai ir tįsos susidaro stiklo lydkrosnės lydymo dalyje, kai, sutrikus lydymo technologiniams procesams (temperatūros svyravimai, įkrovos tiekimo netolygumai), pakinta stiklo lydalo konvekcinio srovių judėjimo kryptys. Dėl to į lydalo sroves įtraukiama lydymo baseinų kampuose esanti užsistovėjusi, užteršta iš dalies išsilydžiusiomis lydkrosnės baseino sienų ugniai atspariomis medžiagomis, stiklo lydalo masė, kuri sluoksniais įsiterpia į lydalą ir sudaro tįsas.

Kitų autorių [2, 3] nuomone, esant aukštai stiklo lydalo temperatūrai tiek lydkrosnės baseine, tiek lašotiekiuose iš lydalo paviršinių sluoksnių išgaruoja nemaži šarminių metalų oksidų kiekiai ir paviršinio sluoksnio lydalo cheminė sudėtis pakinta. Kadangi didelės dinaminės klampos stiklo lydalo homogenizavimo procesai vyksta sunkiai, todėl paviršiniams lydalo sluoksniams patekus į lydalo lašą, gaminiuose susidaro išsisluoksniavimas ir tįsos.

Kai kurie autoriai [2, 4, 5] teigia, kad stiklo lydalo cheminį nevienalytiškumą lemia blogai paruošta ir sumaišyta arba agreguota bei išsisluoksniavusi įkrova, ugniai atsparių medžiagų varvekliai, patekę į stiklo lydalą nuo krosnies skliauto.

Matyti, kad dėl stiklo lydalo išsisluoksniavimo egzistuoja įvairios nuomonės. Tačiau stiklo lydalo išsisluoksniavimo proceso mechanizmo tyrimą apsunkina tai, kad iki šiol nėra medžiagos skystos būsenos teorijos [6–8], todėl nuo tiesioginio stiklo lydalo srovių formavimosi lašotiekiuose tyrimų buvo prieita prie tokių srovių fiziniuose modeliuose tyrimų.

Atliekant bandymus su standartiniu skysčiu, buvo nustatyti efektyviausi cheminio ir terminio vienalytiškumo gerinimo maišikliais būdai, kurie buvo pritaikyti ir stiklo lydalo tiektuvams – lašotiekiams. Specialistų bandymai modeliuose dažniausiai yra atliekami su standartiniu skysčiu, kurį sudaro ištirpintas ličio chloridas glicerolyje santykiu 30 : 70 % [6, 7].

Daugelyje paskelbtų darbų nagrinėjama standartinio skysčio terminio ir cheminio vienalytiškumo gerinimo būdai, analizuojama modelio, ir lašotiečio, pertvarų, slenksčių, skirtingų dugno konfigūracijų, įvairių tipų maišiklių ir pan. įtaka šiems procesams. Tačiau literatūros duomenų [6, 7] analizė rodo, jog didžiausias bandymų modeliuose su standartiniu skysčiu trūkumas yra tai, kad nėra tokio standartinio skysčio, kuris atitiktų visus stiklo lydalo

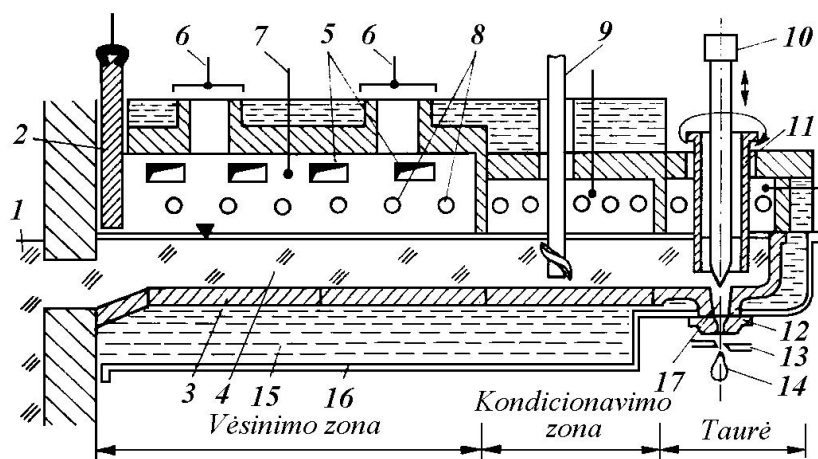
panašumo teorijų kriterijus. Dėl šios priežasties, atliekant bandymus modeliuose su standartiniu skysčiu, galima nustatyti tik hidrodinamines bei termines srovių charakteristikas. Šis skystis nemodeliuoja struktūrinių diferenciacijos procesų vyksmo stiklo lydalo, jam tekant lašotiekiu bei taureje, taip pat formuojant lašą. Taip yra todėl, kad standartinis skystis yra chemiškai vienalytis ir jo vienalytiškumas nei maišant, nei keičiantis temperatūrai nekinta [6, 7].

Manytina, jog tik dėl medžiagos skystos būsenos teorijos nebuvimo iki šiol nėra stiklo lydalo išsisluoksniavimo procesų išsamios analizės ir net neaišku, kurioje dalyje – lydkrosnės darbo ar lašotiekyje – minėtas procesas vyksta. Todėl vienas šio darbo tikslų ir yra ne tik nustatyti šio proceso mechanizmą, bet ir pasiūlyti priemones išsisluoksniavimui sumažinti ir kartu padidinti tiek mechaninį, tiek termomechaninį stiklo gaminių stiprumą.

Stiklo lydalo homogenizavimo lašotiekyje būdai

Norint nustatyti stiklo lydalo cheminio homogenizavimo įvairios konstrukcijos maišyklėmis efektyvumą, reikia atlikti keletą papildomų bandymų su stiklo lydalu lydkrosnės lašotiekiuose.

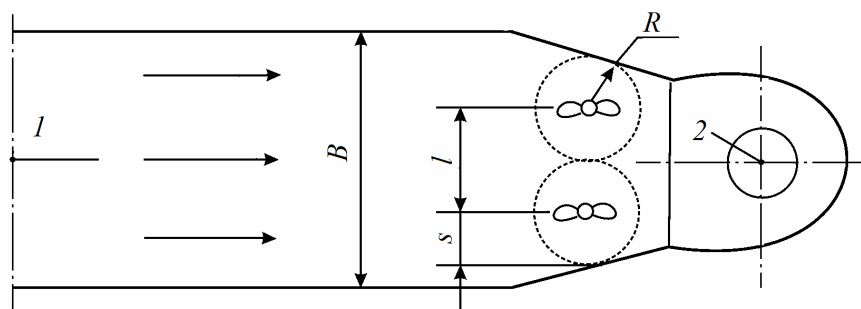
Lašotiekį sudaro tvirtas ilgas metalinis lovys. Jis tvirtinamas prie lydkrosnės formavimo dalies ir paremiamas vienu arba dviem (atsižvelgus į ilgį) ant grindų pastatytais stovais. Lašotiekių ilgis (2,5–8 m ir daugiau) priklauso nuo jų našumo, kanalo skerspjūvio plotis apie 1,2 m, gylis apie 0,5 m. Lašotiekių šiluminis režimas reguliuojamas automatiškai. Jie vienu metu gali tiekti vieną, du, tris ir net keturis lašus. Pagrindinė lašotiečio (1 pav.) dalis yra ugniai atspariomis medžiagomis išklotas metalinis lovys-kanalas.



1 pav. Lašotiečio išilginis pjūvis: 1 – lydkrosnės darbo dalis, 2 – teršalų sulaikymo sklendė, 3 – lašotiekis, 4 – stiklo lydalas, 5 – vėsinimo sistema, 6 – vėsinimo angos, 7 – termopora, 8 – degikliai, 9 – maišiklis, 10 – plunžeris, 11 – cilindras (bušingas), 12 – akutė, 13 – žirklys, 14 – lašas, 15 – ugniai atsparių medžiagų iškloja, 16 – plieninis korpusas, 17 – taure

Labiausiai paplitusi maišiklių išdėstymo modeliuose bei lašotiekiuose schema pavaizduota 2 paveiksle, o efek-

tyviausia maišiklių sukimosi kryptis standartinio skysčio ar stiklo lydalo judėjimo atžvilgiu – 3 paveiksle [6].

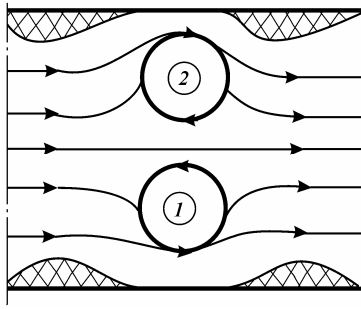


2 pav. Maišiklių išdėstymo lašotiekyje ir modelyje schema: B – kanalo plotis, l – atstumas tarp maišiklių ašių, s – atstumas nuo maišiklio ašies iki kanalo sienos, R – maišymo zonos spindulys, 1 ir 2 – stiklo masės temperatūrų matavimo taškai, atitinkamai lašotiečio įėjime ir išėjime

3 paveiksle parodytas variantas, kai maišikliai sukasi priešingomis kryptimis. Šiuo atveju standartinio skysčio ir stiklo lydalo darbinį srovių bei maišyklių sukeltų

srovių greičių vektoriai tarp maišiklių ir kanalo sienų sutampa, bet kanalo centrinėje dalyje nukreipti priešpriešiais. Taigi standartinio skysčio arba stiklo lydalo judė-

jimas kanalo skerspjūvyje yra simetriškas išilginei ašiai. Toks režimas yra efektyviausias [6].



3 pav. Stiklo masės judėjimo, priklausantį nuo maišiklių sukimosi krypties (prieš (1) ir pagal (2) laikrodžio rodyklę), schema

Maišant standartinį skystį ar stiklo lydalą propele-
riniais sraigtiniais maišikliais, standartinis skystis ar lyda-
las juda dviem kryptimis: sukamąja kryptimi horizonta-
lioje plokštumoje ir vertikaliai (aukštyn arba žemyn
maišiklių ašių atžvilgiu), o srautų greičių santykis pri-
klauso nuo maišiklių konstrukcijos. Dažniausiai yra nau-
dojami sraigtiniai (kairinio arba dešinio tipo) maišikliai.

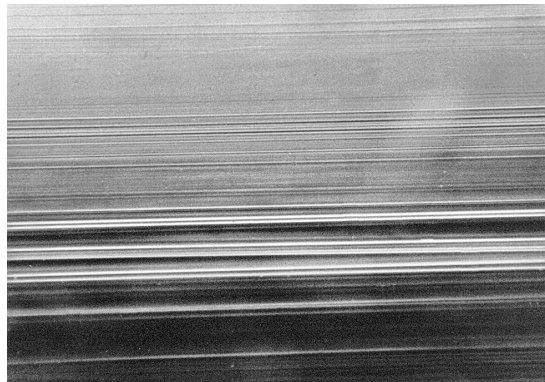
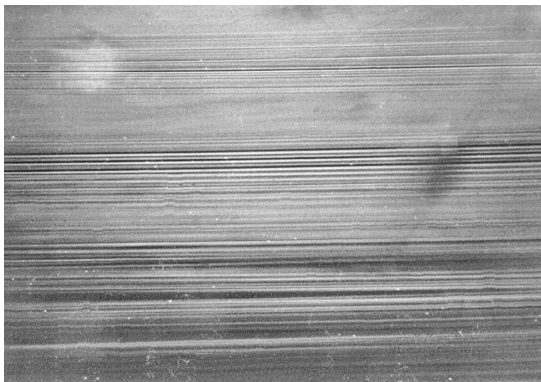
Jeigu abu maišikliai kelia standartinį skystį ar stiklo
lydalą į viršų, tai temperatūros lauko simetrija nesutriks,
tačiau vėsesni, prie dugno esantys, sluoksniai pateks į
ištekantįjį srautą, o tai pablogins lašo terminį vienalytiš-
kumą. Priimtinesnis yra toks maišiklių sukimosi varian-

tas, kai standartinis skystis ar lydalas juda žemyn ir
sluoksnių, esančių prie dugno, temperatūra šiek tiek
pakyla [6].

Kondicionavimo zonoje stiklo lydalo atskirų vietų
terminis nevienalytiškumas maišikliais sumažinamas iki
2–4 °C temperatūros. Iš šios zonos stiklo lydalas, patekęs
į taure, toliau yra maišomas besisukančio cilindro. Taip
suformuoto stiklo lydalo lašo atskirų vietų temperatūros
skiriasi ne daugiau kaip 1–2 °C.

Kaip minėta, bandymais su standartiniu skysčiu mo-
deliuose daugiau informacijos gaunama tik apie terminį
vienalytiškumą lašotiekiuose bei šio vienalytiškumo didi-
nimą maišikliais, nes šie bandymai nemodeliuoja struktū-
rinių diferenciacijos procesų stiklo lydalo jam tekant lašo-
tiekyje, taip pat formuojant lašą.

Lydant, pvz., elektrovakuuminį stiklą, kai maksima-
lių temperatūrų zonoje veidrodinio ir prie dugno esančio
sluoksnių temperatūros skirtumas yra 320 °C, o konvek-
cinių srovių trajektorija lydymo dalyje eina palei lydkros-
nės dugną [9], lydalo mikrostruktūra negali būti labai
vienalytiška. Tuo nesunku įsitikinti apžiūrėjus iš presuotų
ekranų stiklo pagamintus bandinių šlifus. Bandiniai yra
išpjaunami iš ekranų sferinės dalies vidurio. Būtent šioje
ekranų srityje ir yra nustatytas didžiausias stiklo nehomog-
eniškumas. Nupjautos šoninės plokštumos yra šlifuoja-
mos ir poliruojamos. Poliruotame paviršiuje net paprasta
akimi gerai matyti tįsų ruožai (4 pav.).

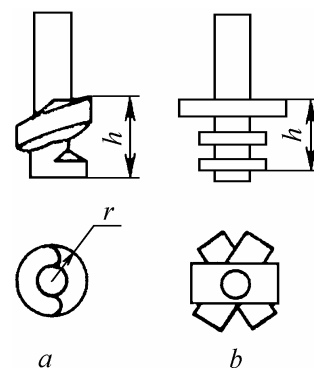


4 pav. Tįsų ruožų išsidėstymas ekranų stikle, stereomikroskopija (×24)

Stiklo gaminių kokybė bei jų formavimo procesų
intensyvumas sąlygojamas stiklo masės paruošimo gamy-
bai lašotiekiuose kokybe, nes stiklo gaminiai (pvz., ekrana-
nai kineskopams) yra presuojami jau iš išsisluoksniavusio
stiklo lydalo. Stikliški sluoksniai yra išsidėstę presuoto
ekrano sferinės dalies stiklo viduje.

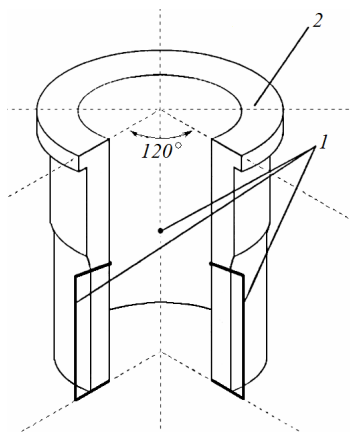
Kadangi minėtų stikliškų sluoksnių tankis ir tempe-
ratūris linijinis plėtimosi koeficientas skiriasi nuo likusios
stiklo masės, todėl tokie stikliški defektai mažina stiklo
gaminų mechaninį ir termomechaninį stiprumą.

Tįsą bandyta panaikinti sumontavus lašotiečio kana-
luose įvairios konstrukcijos platininius maišiklius
(5 pav.). Stiklo bandinių analizė parodė, jog maišiklių
konstrukcijų, jų sukimosi krypčių ir greičių kaita lydalo
išsisluoksniavimui praktiškai neturėjo jokios įtakos.



5 pav. Maišiklių tipai: a – sraigtinis, b – kryžminis; r – maišiklio spindulys, h – maišiklio aukštis

Kadangi tirti maišikliai lašotiekiuose yra panardinti stiklo masėje, todėl dalis nevienalyčio stiklo lydalo, esančio veidrodžio paviršiuje, praplaukia maišiklių zoną ir patenka į išpresuotus gaminius. Tikslu išmaišyti stiklo masę, esančią veidrodžio paviršiuje, buvo išbandyti naujos konstrukcijos keraminiai cilindrai (bušingai) su platininiais sparnais (6 pav.). Tačiau ir šiuo atveju stiklo tįsų pobūdis praktiškai nepasikeitė.



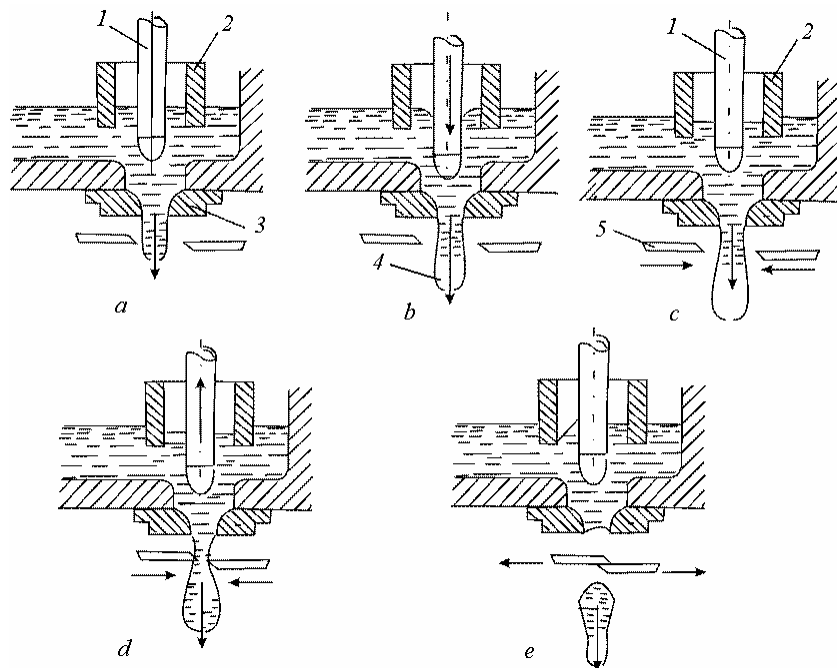
6 pav. Cilindro su platininiais sparnais schema: 1 – trys platininiai sparnai išdėstyti 120° vienas kito atžvilgiu, 2 – keraminis cilindras

Stiklo tįsų terminė ir cheminė kilmė formuojant lašą

Apibendrinant gautus rezultatus pateikta dar viena tįsų atsiradimo prielaida – terminė. Minėtos prielaidos

esmė yra tai, kad stiklo lašo formavimo detalės (cilindras, plunžeris) yra keraminės. Jų šilumos laidumas yra palyginti nedidelis, tačiau net ir nedaug šilumos, plintančios keraminėmis detalėmis, patenka virš stiklo masės veidrodžio ir nuo keraminių detalių paviršių yra išspinduliuojama į aplinką. Taigi ant cilindro ir plunžerio paviršiaus esanti stiklo masė gali šiek tiek atvėsti. Atvėsęs lydalas, patekęs į formuojamą lašą, gali daryti poveikį susidarant tįsai. Tačiau šis faktas, liudijantis stiklo masės tįsos terminės kilmės prielaidos nenaudai, yra tai, jog minėta tįsa yra centrinėje stiklo masės lašo dalyje, kurioje stiklo lydalo temperatūra aukščiausia. Todėl teigti apie galimą stiklo masės atvėsimą centrinėje stiklo lašo lydalo dalyje būtų paprasčiausiai nelogiška, tuo labiau esant nedideliame keraminių detalių šilumos laidumui. Be to, reikia prisiminti, jog pačiame lašotiekyje ir taurėje stiklo masė ir cilindras su plunžeriu yra kaitinami stipria degiklių liepsna. Dėl šios priežasties šilumos nuostoliai nuo plunžerio ir cilindro išorinių paviršių į aplinką yra tokie menki, kad jie jokių būdu negali sukelti labai didelio stiklo lašo terminio nevienalytiškumo, tuo labiau centrinėje lašo dalyje, kurioje lydalo temperatūra aukščiausia.

Taigi tikėtina, kad ir šis procesas yra ne terminės, o cheminės kilmės. Mikronevienalytiškas stiklas, patekęs į kristalizacijai palankias sąlygas (daug lašo formavimo keraminių detalių paviršių, kristalizacijos centrų, esančių stiklo masėje, bei palanki temperatūra), kristalizuojasi. Heterogeninės kristalizacijos metu atsiranda kitokios cheminės sudėties stiklo lydalas, turintis skirtingą šviesos lūžio rodiklį ir tankį, tai ir yra vadinamoji tįsa. Matyt, kaip ir susidarant tįsoms lašo kirpimo metu, taip ir šiuo atveju stiklas išsisluoksniuoja lašo formavimo metu.



7 pav. Stiklo lašo susidarymo schema: 1 – plunžeris, 2 – cilindras (bušingas), 3 – lašotiečio akutė, 4 – lašas, 5 – žirklys

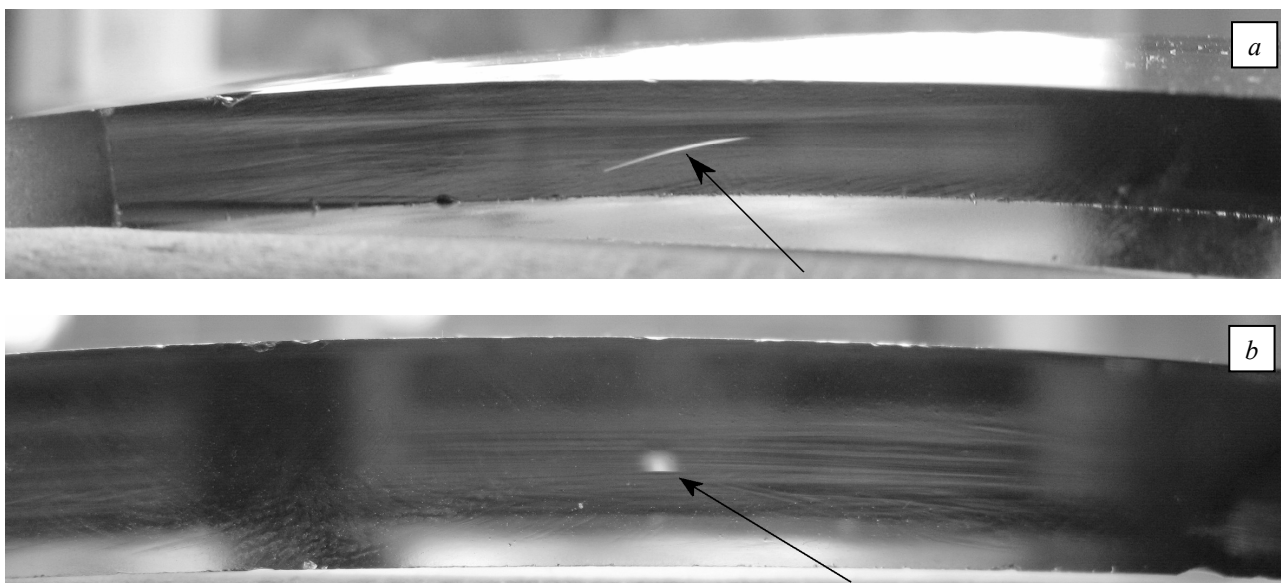
Iš lydkrosnės formavimo dalies lašotiečio kanalu per lėkštės angą lydalas patenka į akutę 3. Virš akutės

įrengtas tolygiai sukamas cilindras 2 ir jame periodiškai aukštn žemyn slankiojantis cilindro formos ugniai atspa-

rus plunžeris 1. Plunžeriui esant viršutinėje padėtyje, lydalas natūralia srovele teka pro akutę (7 pav., *a*). Leisdamasis žemyn, plunžeris išstumia pro akutę tam tikrą kiekį lydalo (7 pav., *b*); plunžeriui vėl pradėjus kilti, šiek tiek lydalo įtraukiama atgal, todėl susidaro lašo persmauka (7 pav., *c*). Žirklys per persmauką nukerpa lašą, o toliau kylantis į viršų plunžeris įtraukia į akutę dalį lašo kakliuko (7 pav., *d*). Atvėsusi nukirpta lydalo dalis akutėje vėl įkaista, o nukirptas lašas latakais krinta į ruošinio formą. Daugelyje lašotiekių stiklo lydalas maišomas lėkš-

telėje tolygiai sukamu apie plunžerį ugniai atspariu cilindru.

Vadinasi, jeigu kitokios cheminės sudėties stiklo kilmė yra heterogeninės kristalizacijos ant kietos fazės paviršiaus pasekmė, tai nuo plunžerio paviršiaus (plunžeriui kylant į viršų) į stiklo lašą patekęs stiklas turėtų matytis siūlo formos stikliško defekto (tįsos) pavidalu. Kai paruoštuose stiklo bandiniuose tokio pobūdžio tįsų pavyko rasti (8 pav.), nekilo abejonių, jog tįsų atsiradimas yra ne terminės, o cheminės kilmės. Tokiu būdu iš čia paaiškėja ir plunžerio „apšalimo“ proceso kinetika.



8 pav. Siūlo formos tįsa, statmena nupjautos ekrano sferinės dalies šoninei plokštumai: *a* – žiūrint į pakreiptą plokštumą; *b* – žiūrint į nepakreiptą plokštumą (tįsa fokusuojasi į tašką)

Neretai tenka susidurti su „apšalusio“ plunžerio problema, todėl kartais tenka jį pakeisti nauju. Toks „apšalimas“ dažnai įvyksta esant pastovioms temperatūroms taurėje stiklo lašo formavimo metu, todėl galimybių jam „apšalti“ kaip ir nėra. Temperatūros kaitą lašotiekiuose fiksuoja kompiuteriai, todėl kelių mėnesių technologinius režimus galima lengvai atsekti.

Toks plunžerio „apšalimas“ yra ne kas kita, kaip stiklo heterogeninės kristalizacijos, vykstančios ant plunžerio paviršiaus, pasekmė. Ypač dažnai tai nutinka tada, kai lašotiekyje yra kaitaliojamas stiklo masės nuėmimas, ypač pereinant prie mažesnių gabaritų presuotų gaminių (pvz., ekranų) gamybos. Jei dėl padidėjusio stiklo mikronevienalytiškumo (ypač šaltuoju metų laiku, dėl sodos hidratacijos įkrovoje) paspartėja stiklo masės heterogeninės kristalizacijos procesas, o lydalo nuėmimas esti nedidelis, tuomet kitos sudėties stiklo į suformuotą lašą pateks mažiau, nei jo atsiranda ant plunžerio paviršiaus. Todėl tokio stiklo ant plunžerio paviršiaus po truputį kaupsis ir plunžeris „apšals“, t. y. dėl šios priežasties sąlyginai padidėja plunžerio skersmuo, todėl keičiasi formuojamo lašo forma ir svoris. Dėl nepastovaus svorio bei formos padaugėja broko.

Tas pats plunžerio „apšalimas“ yra susijęs ir dar su viena problema.

Kartais ilgesnės preso prastovos metu yra atkaitinamas „apšalęs“ plunžeris, t. y. nuo jo paviršiaus yra pašalinama „šalta“ stiklo masė. Atkaitinimo metu plunžeris yra iškeliamas virš lydalo veidrodžio. Pakėlus taurėje temperatūrą iki 1080–1100 °C, nuo plunžerio nuvarva stiklas, ir ant jo paviršiaus lieka plona stiklo lydalo plėvelė. Nuleidus plunžerį į stiklo masę ir iš karto pradėjus formuoti stiklo lašą, labai dažnai atsiranda stiklo pūslės. Jų skersmuo būna nuo 4 iki 10 mm. Šios pūslės dažniau atsiranda, kai plunžeris yra išdirbęs metus ir ilgesnį laiką. Per ilgesnį plunžerio buvimą stiklo lydale laiką jo struktūra išretėja. Kadangi plunžeris yra tuščiaviduris, todėl, kylant jam į viršų, per mikroplyšelius iš aplinkos yra įsiurbiamas oras, kuris, leidžiantis plunžeriui žemyn, patenka į formuojamą stiklo lašą. Tenka įdėti daug pastangų, kol specialiu metaliniu įrankiu pavyksta kokybiškai apstiklinti plunžerį.

Išvados

1. Tįsų atsiradimas yra ne terminės, o cheminės kilmės. Tokiu būdu, stiklo lydalo judėjimo lašotiekyje bei lašo formavimo ypatumų analizės metu pasitvirtino paskelbtos prielaidos pagrįstumas, kad sudėtingos sudėties skysčių sandaros bei fazių sąveikos

klausimus (kristalizacijos, stiklėjimo, likvacijos ir pan.) galima spręsti ne fizikiniais, o fizikiniais ir cheminiais metodais.

2. Maišikliai lašotiekiuose tinka stiklo lydalo terminiam, o ne cheminiam, vienalytiškumui gerinti.
3. Lašo formavimo įrenginio konstrukciją ir veikimo principą būtina parinkti taip, kad stiklo lydalo lietimosi su keraminėmis lašo formavimo detalėmis paviršiaus plotas būtų kuo mažesnis.

Literatūra

1. **Fekolin V. N.** // Glass and Ceramics. 1987. Vol. 44, N 2. P. 45–48.
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00701100>
2. **Редькина Л. А., Наерман Я. М.** // Труды ГИС. 1987. С. 40–43.
3. **Naerman K. Ya. M., Divinskii I. M., Chepizhnyi K. I.** // Glass and Ceramics. 1985. Vol. 42, N 3. P. 168–171.
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00698697>
4. **Koloskova O. I., Pankova N. A.** // Glass and Ceramics. 1981. Vol. 38, N 7. P. 327–329.
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00710078>
5. **Lebedeva L. P., Shutnikov V. I., Astanin V. I., Paushkina Zh. V., Klimova K. V., Perelygin A. A.** // Glass and Ceramics. 1978. Vol. 35, N 5. P. 268–270.
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00695555>
6. **Fekolin N., Pchelyakov K. A., Sokolov A. A.** // Glass and Ceramics. 1978. Vol. 35, N 4. P. 200–204.
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00697270>
7. **Соколов А. А. и др.** Моделирование процессов гидродинамики вязких расплавов. Москва: Стройиздат, 1987.

8. **Wondraczek L., Deubener J., Del Pozo H., Habeck A.** // Journal of American Ceramics Society. 2005. Vol. 88. P. 1673–1675.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1551-2916.2005.00325.x>
9. **Kemeklis L., Balandis A., Vaickelionis G.** // Glass and Ceramics. 2004, Vol. 61, N 7–8. P. 248–251.
<http://dx.doi.org/10.1023/B:GLAC.0000048356.76257.73>

A. Balandis, L. Kemeklis, G. Vaickelionis

FORMATION OF GLASS DEFECTS RELATED TO MELT FLOW IN FEEDER CHANNEL AND DROP FORMATION PECULIARITIES

Summary

One kind of the most abundant glass defects is cord. Cord is the place of the concentration of internal stress in the glass, and this reduces its mechanical and thermo-mechanical strength of glass. The reasons for cord formation can be different. They are commonly examined only by indirect modeling methods of its formation processes and mechanisms. The determination of cord formation reasons is especially important for the production of electrovacuum glass, when the rate of change of the temperature of glass details is high. In this work, a new kind of glass defect – thread-type cord, which forms in the central part of the screen – has been determined and examined. The formation of this cord can be explained by the heterogeneous crystallization of glass on the surface of plunger solid phase, when the plunger vertically gains height. The problems of glass melt homogenization in the feeder channel have also been discussed.