



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS**

Agnė Šmigelskytė

**AB „KAUNO STIKLAS“ SPALVOTOS STIKLO TAROS
GAMYBOS CECHO MODERNIZACIJA**

Baigiamasis magistro darbas

Vadovas

doc. dr. Giedrius Vaickelionis

Kaunas, 2015

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
SILIKATŲ TECHNOLOGIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

prof. dr. Rimvydas Kaminskas

**AB „Kauno stiklas“ spalvotos stiklo taros gamybos cecho
modernizacija**

Baigiamasis magistro darbas

Studijų programa Chemijos inžinerija (kodas 621H81004)

Darbą atliko

Agnė Šmigelskytė

Konsultantai

Lietuvių kalbos

lekt. Virginija Stankevičienė

Ekonominių skaičiavimų

doc. dr. Audrius Taraškevičius

Vadovas

doc. dr. Giedrius Vaickelionis

Darbuotojų saugos ir sveikatos

doc. dr. Dalia Nizevičienė

Recenzentas

dr. Raimonda Kubiliūtė

Aplinkosauginio vertinimo

dr. Inga Stasiulaitienė

Statybinių sprendimų

lekt. Odeta Viliūnienė

Kaunas, 2015



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Agnė Šmigelskytė

Studijų programa Cheminė technologija ir inžinerija (kodas 612H81001)

Baigiamojo darbo

„AB „Kauno stiklas“ spalvotos stiklo taros gamybos cecho modernizacija“

AKADEMINIO SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

20__ m. _____ mėn. __ d.

Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Agnės Šmigelskytės**, baigiamasis darbas tema **„AB „Kauno stiklas“ spalvotos stiklo taros gamybos cecho modernizacija“** yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena darbo dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymu 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.

(studento vardas ir pavardė, įrašyti ranka)

(parašas)

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Tvirtinu:
Cheminės technologijos fakulteto dekanas
prof. E.Valatka

Suderinta:
Katedros vedėjas
prof. dr. Rimvydas Kaminskas

Dekano įsakymas Nr. ST17-F-02-3
2015 m. balandžio mėn. 16 d.

2015 m. balandžio mėn. 16 d.

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS

Išduota studentui (-ei) **Agnė Šmigelskytė**

1. Darbo tema: AB „Kauno stiklas“ spalvotos stiklo taros gamybos cecho modernizacija

2. Darbo tikslas ir uždaviniai:

Tikslas: Atlikti AB „Kauno stiklas“ stiklo taros gamybos cecho modernizaciją, parenkant naują stiklo lydymo krosnį, kurios našumo turėtų užtekti per metus pagaminti 50 mln. alaus ir 30 mln. putojančio vyno butelių.

Uždaviniai:

1. Nustatyti CaO ir MgO santykio pokyčių įtakos analizę įkrovos lydymo ir lydalo bei stiklo savybėms.

2. Parinkti technologinę gamybos schemą ir visus reikiamus įrenginius;

3. Parinkti naują stiklo lydymo krosnį ir apskaičiuoti reikiamą jos našumą;

4. Atlikti statybinius, ekonominius skaičiavimus;

5. Atlikti darbuotojų saugos ir sveikatos bei aplinkosauginį projektuojamo objekto vertinimą;

3. Darbo sudėtinės dalys:

3.1. Įvadas;

3.2. Bendras darbo apibūdinimas ir pagrindiniai rodikliai;

3.3. Projektuojamo objekto techninis ekonominis pagrindimas;

3.4. Tiriamasis darbas;

3.5. Technologinė dalis;

3.6. Statybiniai ir santechniniai sprendimai;

3.7. Darbuotojų sauga ir sveikata;

3.8. Finansinis ekonominis projekto įvertinimas;

3.9. Aplinkosauginis vertinimas;

3.10. Išvados;

3.11. Bibliografinis aprašas.

3.12. Priedai (grafinė dalis):

1. Statybos teritorijos planas (generalinis planas);

2. Technologinės schemos;

3. Gamybos patalpų planai ir įrenginių išdėstymas;

4. Gamybos patalpų arba įrenginio pjūviai.

Užduoties išdavimo data 2014 m. spalio mėn. 06 d.

Užbaigto darbo pateikimo terminas 2015 m. gegužės 19 d.

Vadovas: doc. dr. Giedrius Vaickelionis

2014-10-06_____

Užduotį gavau: Agnė Šmigelskytė

2014-10-06_____

SANTRAUKA

Šmigelskytė A. AB „Kauno stiklas“ spalvotos stiklo taros gamybos cecho modernizacija: magistro baigiamasis darbas / vadovas doc. dr. Vaickelionis G. Kauno Technologijos Universitetas, Cheminės technologijos fakultetas, Silikatų technologijos katedra. – Kaunas, 2015; 111 psl., 5 brėžiniai.

Rekonstruojamas AB „Kauno stiklas“ spalvotos stiklo taros gamybos cechasis. Įmonės gamybos našumas – 50 mln. alaus ir 30 mln. putojančio vyno butelių per metus. Įgyvendinti šį našumą parinkta nauja regeneracinė nepertraukiamo veikimo pasaginės liepsnos stiklo lydymo krosnis su daliniu elektriniu kaitinimu. Krosnies našumas – 115 t lydale per parą. Priimamas įkrovos ir stiklo duženų santykis 20 : 80 %.

Modernizuojant ir rekonstruojant gamybos cechą parinkta technologinė schema, pagal ją, parinkta ir apskaičiuota visa reikiama technologinė įranga.

Atliktas tiriamasis darbas, kurio metu nustatyta CaO ir MgO santykio pokyčių įtakos analizė įkrovos lydymo ir lydale bei stiklo savybėms. Atsižvelgiant į tiriamojo darbo rezultatus, parinkta stiklo cheminė sudėtis, reikiamos gamybinės žaliavos bei apskaičiuotas jų poreikis.

Atlikti statybiniai bei ekonominiai skaičiavimai. Atliktas darbo ir saugos ir sveikatos bei aplinkosauginis projektuojamojo objekto vertinimas.

SUMMARY

Šmigelskytė A. Modernization of color glass container production shop of JSC “Kauno stiklas”: master’s thesis / supervisor Assoc. dr. Vaickelionis G.; Department of Silicate Technology, Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology. – Kaunas, 2015; 111 p., 5 drawings.

Glass manufacturing plant for colorful glass containers is being projected to produce 30 million sparkling wine and 50 million beer bottles per year. Glass load is consisted of 80 % of glass cullet and 20 % of glass batch.

All the necessary technical equipment was selected and calculated accordingly to the considered technological scheme. New end-port regenerative glass melting furnace with a partial electrical heating was selected to produce 115 t of glass melt per day.

A research was conducted to determine CaO and MgO rate changes affect analysis of the batch melting, glass melt and glass properties itself. Accordingly to the conducted research glass composition and batch components were selected and calculated.

Constructional and economical calculations were performed. Work safety and health, as well as, environmental assessment of the projected object were performed.

TURINYS

Santrauka	5
Summary.....	6
Lentelių sąrašas.....	10
Paveikslų sąrašas	12
Įvadas.....	13
1. Bendras darbo apibūdinimas ir pagrindiniai rodikliai	14
1.1. Aprūpinimas žaliavomis.....	16
1.2. Aprūpinimas kuru, vandeniu, elektros energija	17
2. Projektuojamo objekto techninis ekonominis pagrindimas.....	18
3. Tiriamasis darbas.....	19
3.1. Įvadas	19
3.2. Tyrimo metodika.....	19
3.3. Rezultatai ir jų aptarimas.....	21
3.4. Išvados.....	27
4. Technologinė dalis.....	28
4.1. Gaminių charakteristika ir asortimento parinkimas	28
4.2. Stiklo taros cheminės sudėties analizė	28
4.3. Stiklo duženų kiekio ir įtakos stiklo lydymui analizė	29
4.4. Stiklo lydymo proceso analizė	30
4.5. Stiklo lydymo lydkrosnių parametrų analizė	33
4.6. Stiklo taros formavimo būdų apžvalga.....	36
4.7. Stiklo taros stiprinimo būdų analizė.....	40
4.8. Stiklo taros atkaitinimo teoriniai pagrindai	42
4.9. Gaminių kokybės tikrinimo įrenginiai	44
4.10. Gamybos niekalas ir priemonės jam šalinti.....	44
4.11. Stiklo taros pakavimo linija.....	45

4.12.	Technologinės schemos parinkimas	45
4.13.	Medžiagų balanso skaičiavimas	49
4.14.	Gamybos apimčių skaičiavimai.....	52
4.15.	Technologinių įrenginių parinkimas ir skaičiavimas.....	56
4.15.1.	Bunkeriai ir jų skaičiavimas.....	56
4.15.2.	Tiektuvų parinkimas	58
4.15.3.	Stiklo lydymo krosnis	59
4.15.4.	Lydkrosnės ugniai atsparių medžiagų parinkimas	61
4.15.5.	Lašotiekio ir fiderio mechanizmo parinkimas	62
4.15.6.	Butelių formavimas.....	63
4.15.7.	Alavo tetrachlorido ir organinės plėvelės apipurškimo įrenginiai.....	66
4.15.8.	Atkaitinimo krosnis.....	67
4.15.9.	Butelių kokybės kontrolė	69
4.15.10.	Butelių ženklavimas, pakavimas, sandėliavimas ir transportavimas.....	70
5.	Statybiniai ir santechniniai sprendimai.....	72
5.1.	Bendrieji duomenys.....	72
5.2.	Statinio architektūrinė, konstrukcinė sandara	73
5.3.	Bendrųjų pastato inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendimai	74
5.4.	Orientacinės statinio rekonstrukcijos darbų kainos apskaičiavimas	74
6.	Darbuotojų sauga ir sveikata	76
6.1.	Projektuojamojo objekto charakteristika.....	76
6.2.	Profesinės rizikos vertinimas	76
6.3.	Saugi gamyba	79
6.3.1.	Žaibolaidžio parinkimas.....	80
6.4.	Darbo higiena	81
6.5.	Gaisrinė sauga	82
7.	Finansinis ekonominis projekto įvertinimas.....	84

7.1.	Projektavimo aplinkos analizė ir problemų įvardijimas.....	84
7.1.1.	SSGG (SWOT) analizės metodas	84
7.1.2.	PEST analizės metodas	85
7.1.3.	Rinkos analizė.....	87
7.2.	Projektavimo tikslo nustatymas ir strategijos parinkimas.....	90
7.3.	Projektavimo ir jo valdymo procesų planavimas	91
7.4.	Projektavimo procesų valdymo organizavimas.....	92
7.5.	Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai	93
7.6.	Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) vertės skaičiavimas	93
7.7.	Produkcijos gamybos apimtis ir realizacinės pajamos	94
7.8.	Gamybos kaštai	94
7.8.1.	Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas.....	94
7.8.2.	Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas	96
7.8.	Finansinės ir investicinės sąnaudos.....	98
7.9.	Gaminių kainos skaičiavimas.....	98
7.10.	Grynųjų pinigų srautų ir pelno skaičiavimas rekonstrukcijos atveju	99
7.11.	Investicijų efektyvumo vertinimas	100
7.11.1.	Vidutinių svertinių kapitalo kaštų skaičiavimas	100
7.11.2.	Diskontuotas investicijų atsipirkimo periodo skaičiavimas.....	101
7.11.3.	Grynosios esamosios vertės (GEV) skaičiavimas.....	101
7.11.4.	Vidinės pelno normos skaičiavimas.....	101
7.11.5.	Pelningumo arba rentabilumo indekso skaičiavimas.....	101
7.11.6.	Lūžio taško skaičiavimas	102
8.	Aplinkosauginis vertinimas	104
	Išvados	108
	Bibliografinis aprašas	109
	Priedai	111

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1. lentelė. Projekto finansiniai ekonominiai rodikliai.....	15
3.1. lentelė. Tyrimui naudotos žaliavos	20
3.2. lentelė. Tyrimui parinktos stiklo sudėtys su skirtingais CaO ir MgO kiekiais.....	20
3.3. lentelė. Prognozuojama tiriamų sudėčių stiklo lydalo ir stiklo temperatūra, esant skirtingai jų dinaminei klampai	22
3.4. lentelė. Stiklo technologinių ir fizikinių savybių kitimas MgO keičiant CaO	23
4.1. lentelė. Projektinė stiklo sudėtis	49
4.2. lentelė. Žaliavų cheminė sudėtis.....	50
4.3. lentelė. Stiklo įkrovos skaičiavimo duomenys	51
4.4. lentelė. Žaliavų kiekis 100 kg. stiklo lydalo, įvertinus žaliavų nugaravimą.....	52
4.5. lentelė. Apskaičiuoti medžiagų kiekiai.....	55
4.6. lentelė. Žaliavų piltiniai tankiai	55
4.7. lentelė. Apskaičiuoti medžiagų kiekiai, m ³	55
4.8. lentelė. Įkrovos ir stiklo duženų bunkerių parametrai	58
4.9. lentelė. Tiektuvų CPO-400 D parametrai	59
4.10. lentelė. Stiklo lydymo krosnis	60
4.11. lentelė. Lydymo krosnies ugniai atsparios medžiagos	61
4.12. lentelė. Lašotiekio bei plunžerio su sukimosi cilindru charakteristikos	63
4.13. lentelė. IS–6–2 EF ½ DG tipo formavimo mašinų techninės charakteristikos.....	65
4.14. lentelė. Apipurškimo sistemų techninės charakteristikos	67
4.15. lentelė. Atkaitinimo krosnies techninės charakteristikos.....	69
4.16. lentelė. Kokybės kontrolės įrengimų techninės charakteristikos.....	70
4.17. lentelė. Įrengimų techninės charakteristikos.....	71
5.1. lentelė. Bendrieji statinio techniniai rodikliai.....	73
5.2. lentelė. Suvestinės statybos kainos skaičiavimas	75
6.1. lentelė. Rizikos veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas	77

6.2. lentelė. Medžiagų gaisrinio pavojaus rodikliai	78
6.3. lentelė. Pastatų ir patalpų kategorijos pagal sprogimo ir gaisro pavojų, pavojingų vietų zonos.....	78
7.1 lentelė. Konkurencinė pagrindinių rodiklių analizė	87
7.2. lentelė. Vidinio profilio analizė	88
7.3. lentelė. SPACE metodo rezultatai	90
7.4. lentelė. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai	93
7.5. lentelė. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) poreikis	93
7.6. lentelė. Produkcijos gamybos apimtys ir realizacinės pajamos.....	94
7.7. lentelė. Išlaidos pagrindinėms medžiagoms ir žaliavoms.....	94
7.8. lentelė. Tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui.....	95
7.9. lentelė. Tiesioginės išlaidos elektros energijai	95
7.10. lentelė. Tiesioginės išlaidos vandeniui	96
7.11. lentelė. Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija)	96
7.12. lentelė. Gamybos kaštais	97
7.13. lentelė. Veiklos kaštai.....	97
7.14. lentelė. Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas.....	98
7.15. lentelė. Gaminių kainos apskaičiavimas.....	98
7.16 lentelė. Sąnaudų pasikeitimas įgyvendinus projektą	99
7.17 lentelė. Projekto grynujų pinigų srautų (GPS) skaičiavimas	99
7.18. lentelė. Lūžio taško apskaičiavimas	102
8.1. lentelė. Duomenys apie naudojamą žaliavą.....	104
8.2. lentelė. Duomenys apie energetinėms reikmėms naudojamus išteklius.....	104
8.3. lentelė. Atliekos, atliekų tvarkymas.....	105
8.4. lentelė. (8.3. lentelės tęsinys). Atliekos, atliekų tvarkymas.....	106
8.5. lentelė. Naudojamo vandens balansas	106
8.6. lentelė. Tarša į aplinkos orą.....	107

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

3.1. pav. Skirtingos sudėties ir lydymosi temperatūros stiklo bandiniai po lydymo	23
3.2. pav. Stiklo įkrovų, kuriose CaO ir MgO sumaišyti skirtingu santykiu, iškaitintų 1000 °C temperatūroje, rentgeno spinduliuotės difrakcinės analizės kreivės	24
3.3. pav. Stiklo įkrovų, kuriose CaO ir MgO sumaišyti skirtingu santykiu, iškaitintų 1100 °C temperatūroje, rentgeno spinduliuotės difrakcinės analizės kreivės.	25
3.4. pav. Stiklo įkrovų, kuriose CaO ir MgO sumaišyti skirtingu santykiu, iškaitintų 1200 °C temperatūroje, rentgeno spinduliuotės difrakcinės analizės kreivės	25
3.5. pav. Kvarco miltelių rentgeno spinduliuotės difrakcinės analizės kreivė	26
4.1. pav. Stiklo taros gamybos technologinė schema	49
4.2. pav. Kvadrato formos bunkerio schema	56
6.1. pav. Dviejų strypų žaibo ėmiklių apsaugos zona.....	81
6.2. pav. Evakuacijos planas.....	83
7.1. pav. Marketingo strategijos parinkimas.....	91
7.2. pav. Ganto grafikas.....	92
7.3. pav. Lūžio taško skaičiavimas	103

IVADAS

Stiklo pramonė Lietuvoje turi galias tradicijas. Didžiausią šios pramonės dalį (~ 60 proc. visos stiklo gamybos) sudaro stiklo tara, kuri plačiai naudojama įvairioms maisto, parfumerijos ir kosmetikos, farmacinių produktų ir kitų techninės paskirties produktų pakuotėms gaminti. Šiuo metu Lietuvoje stiklo tarą gamina dvi įmonės, t. y. spalvotąją stiklo tarą gaminanti AB „Kauno stiklas“ ir bespalvės stiklo taros gamintoja AB „Warta glass Panevėžys“.

Kauno stiklo fabrikas veiklą pradėjo dar 1927 metais. Laikui bėgant, gamybos apimtys didėjo, plėtėsi produkcijos asortimentas. Išstobulinus gamybos technologiją, fabrikas tapo stambiausiu ir vieninteliu spalvoto stiklo taros gamintoju Lietuvoje. Šiuo metu Kauno fabrike gaminami 0,33–0,75 l talpos įvairių atspalvių žalio bei rudo stiklo buteliai.

Stiklas ypač vertinamas dėl savo fizikinių ir cheminių savybių: nepralaidumas drėgmei, kvapų sulaikymas, inertiškumas, ypač paprasta priežiūra, jį perdirbant daugybę kartų, išlieka pagrindinės ir svarbiausios jo savybės. Nors stiklo pramonė Lietuvoje, kaip minėta, turi galias tradicijas, tačiau stiklo perdirbimo galia yra nedidelė. Stiklo atliekų rūšiavimas vykdomas prastai, o stiklo atliekos sudaro net 10 % (80 tūkst. t.) visų Lietuvoje surenkamų komunalinių atliekų. Stiklas aplinkoje (gamtoje ar sąvartyne) suyra per ~ 900 metų.

Šiuo metu Lietuvos stiklo taros gamybos įmonėse, gamybai naudojama tik apie 25–30 % stiklo dūžio, nors, šis skaičius gali būti padidintas net iki 80 %. Stiklo dūžį naudoti gamyboje naudinga tiek ekonominiu, tiek ekologiniu požiūriu. Perdirbant stiklą mažėja žaliavų, įkrovos paruošimo sąnaudos bei energetiniai ištekliai – naudojant stiklo atliekas net iki 35 % sutaupoma energijos, dėl to mažėja į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekis. Stiklo dūžis palengvina ir paspartina įkrovos lydymąsi, todėl gaminant stiklą stengiamasi sunaudoti visą gamybos broką ir supirkti kuo didesnę kiekį stiklo dūžio atliekų.

Darbo tikslas: Atlikti AB „Kauno stiklas“ stiklo taros gamybos cecho modernizaciją, parenkant naują stiklo lydymo krosnį, kurios našumo turėtų užtekti per metus pagaminti 50 mln. alaus ir 30 mln. putojančio vyno butelių.

Darbo uždaviniai:

1. Nustatyti CaO ir MgO santykio pokyčių įtakos analizę įkrovos lydymo ir lydalo bei stiklo savybėms.
2. Parinkti technologinę gamybos schemą ir visus reikiamus įrenginius;
3. Parinkti naują stiklo lydymo krosnį ir apskaičiuoti reikiamą jos našumą;
4. Atlikti statybinius, ekonominius skaičiavimus;
5. Atlikti darbuotojų saugos ir sveikatos bei aplinkosauginį projektuojamo objekto vertinimą;

1. BENDRAS DARBO APIBŪDINIMAS IR PAGRINDINIAI RODIKLIAI

2012 m. gegužės mėnesį buvo užbaigtas projektas „AB „Kauno stiklas“ stiklo taros gamybinių įrenginių modernizavimas“. Projektą finansavo Europos Sąjungos Europos Regioninės plėtros fondas pagal Ekonomikos augimo programos 2 prioriteto „Verslo produktyvumo didinimas ir aplinkos verslui gerinimas“ įgyvendinimo priemonę „Lyderis LT“. AB „Kauno stiklas“ įsigijo įrangą plonasieniams buteliams gaminti bei naujausios kartos kokybės kontrolės sistemą, kurią naudojant lengvai nustatomi taroje pasitaikantys defektai bei brokas. Tai leidžia užtikrinti tik geriausią tiekiamų gaminių kokybę klientams.

Įmonėje esanti įranga yra sąlyginai nauja ir nesusidėvėjusi, tačiau augant šalies ekonomikai, stiklo taros paklausa didėja. Norint išlaikyti esamą padėtį, Kauno stiklo fabrikui būtina ne tik plėsti gamybos apimtį, tačiau ir prisitaikyti prie esamos rinkos. Ypač aktualu didinti sunaudojamų atliekų kiekį.

Didinant gamybos našumą, greičiau dėvėsi ir įrengimai, ypač stiklo lydymo krosnis. Ją būtina modernizuoti ir dėl to, kad gamybos linijoje esantys du IS–6–2 taros formavimo automatai dirbtų visu galimu pajėgumu ir nebūtų eikvojama energija. Šiuo metu įmonėje stovinti stiklo lydymosi krosnis dirba jau ne vienerius metus. Įmonėje dažnai keičiamos krosnies darbo sąlygos, nes kiekvienas užsakovas nori konkrečios spalvos ir savybių gaminio. Dėl šios priežasties krosnis greičiau dėvėsi, ją reikia rekonstruoti. Šiuo metu idealiausiai taros stiklo gamybai tinkamos pasaginės liepsnos regeneracinės krosnys. Šio tipo krosnys kompaktiškos, paprastos konstrukcijos, jose ekonomiškai lydalui perduodama šiluma, mažiau jos išspinduliuojama į aplinką, nei, pavyzdžiui, skersinės liepsnos lydkrosnėse. Dėl ilgo liepsnos kelio, kuris lygus dvigubam krosnies ilgiui, geriau panaudojama šiluma, esti didesnis naudingumo koeficientas. Keičiant krosnį būtina keisti ir įkrovos bei stiklo duženų mišinio tiekimą. Tiektuvai turi būti pritaikyti prie krosnies konstrukcijos ir tolygiai paskirstyti įkrovą krosnies plotyje. Šiuo atveju, bus projektuojami du nauji stūmokliniai tiektuvai, kurie įrengti šoninėse krosnies sienose, vienas priešais kitą. Taip bus užtikrintas tolygus įkrovos ir stiklo duženų tiekimas, o esant reikalui ir galimybė didinti krosnies našumą. Lašotiekliai bei taros formavimo mašinos atitinka visus joms keliamus reikalavimus, todėl ir toliau bus naudojamos esamos. Kadangi įmonėje yra dvi formavimo linijos, t. y. viena, dirbanti pūtimo–pūtimo, kita – pūtimo–presavimo būdu, todėl yra galimybė gaminti tiek storasienes, tiek sudėtingesnės formos plonasienes gaminius. Po įmonėje atliktos rekonstrukcijos pradėjusi dirbti naujausios kartos kokybės tikrinimo mašina ir toliau puikiai atlieka savo darbą. Naudojant ją pavyksta išvengti net menkiausių stiklo taroje

pasitaikančių defektų. Atkaitinimo krosnys yra našios, techniškai tvarkingos, yra tinkamos efektyviam tolesniam naudojimui, kaip ir visa likusi gaminių pakavimo bei paletizavimo įranga.

Pagrindiniai projekto finansiniai ekonominiai rodikliai pateikiami 1.1 lentelėje.

1.1. lentelė. Projekto finansiniai ekonominiai rodikliai

Rodikliai	Baziniais metais	Projekte	Pokytis
1. Produkcijos pardavimo apimtis, mln vnt.:			
Putojančio vyno butelis	30	45	15
Alaus butelis	50	75	25
2. Realizacinės pajamos, tūkst. Lt	57800	52020	5780
3. Įmonės personalas, žmonėmis:			
Tame skaičiuje darbininkai	2	2	0
4. Darbo našumas, h/vnt:			
Putojančio vyno butelis	0,025	0,025	0
Alaus butelis	0,03	0,03	0
5. Vidutinis metinis darbo užmokestis, Lt:			
Darbininko	7622,37	12275,9	4653,53
6. Gamybos kaštai, tūkst. Lt	43316,85	55284,49	11967,65
7. Gaminio pilnoji savikaina, tūkst. Lt:			
Putojančio vyno butelis	20742,38	24626,89	3884,51
Alaus butelis	31856,16	37821,99	5965,83
8. Grynasis pelnas, tūkst. Lt	41750,57	50084,76	8334,19
9. Papildomas pelnas, gautas įgyvendinus projektinius sprendimus	5980,00	15688,59	9708,59
10. Investicijų apimtis, tūkst. Lt	29161,39	-	29161,39
11. Produkcijos (veiklos) rentabilumas, %	10,91	32,12	21,21
12. Apyvartos rentabilumas, %	6,50	13,07	6,57
13. Kapitalo rentabilumas, %	5,14	11,05	5,91
14. Apyvartos trukmė, dienos	360	360	0
15. Produkcijos imlumas apyvartinėms lėšoms, Lt	0,723	0,723	0
16. Projekto investicijų atsipirkimo trukmė, metais	1		
17. Projekto grynoji esamoji vertė, tūkst. Lt	740		
18. Kapitalo kaštai, %	5,15		
19. Vidinė pelno norma, %	8		

1.1. Aprūpinimas žaliavomis

Renkantis žaliavas svarbu atsižvelgti į šiuos aspektus – žaliavos sudėtį, dalelių dydį, kainą (įskaitant transportavimo išlaidas), pristatymo sąlygas. Didelis privalumas – vietinės žaliavos bei atliekų naudojimas. Pagrindinis aspektas renkantis žaliavas yra norimas stiklo gaminys. Pagrindinė žaliavų savybė – dalelių dydis. Mono-dispersinės dalelės, kurių dydis 0,2–0,25 mm yra labiausiai rekomenduotinos. Žaliavos, kurios lydos ir tirpsta lengviau, pavyzdžiui, klintis ar dolomitas, gali būti stambesnės, o tos, kurios lydos ir tirpsta sunkiau, pavyzdžiui Al_2O_3 , turi būti itin kruopščiai susmulkintos. Renkantis natrio karbonato žaliavas, rekomenduojama rinktis didesnio tankio sodą, nes ji mažiau dulka. Dažikliai, net ir nedideli jų kiekiai, kurie lėtai tirpsta lydalo turi būti gerai susmulkinti, norint užtikrinti homogenišką stiklo lydalo masę. Kaip stiklo įkrovos priedai, dažnai naudojami flusai. Šios žaliavos, dedant jų iki vieno masės procento, paspartina reakcijas tarp stiklą sudarančių žaliavų. Flusai spartina stiklo lydymąsi žemesnėse temperatūrose. Susidariusi skysta fazė, veikia smėlio daleles ir sujungia įkrovos komponentus, taip spartindama stiklo susidarymo reakcijas. Šiuo metu dažniausiai naudojami flusai yra sulfatai. Na_2SO_4 lydosi ankstyvojoje įkrovos lydymosi fazėje ir būdamas paviršiaus aktyvia medžiaga koncentruojasi smėlio dalelių paviršiuje formuodamas paviršiaus plėvelę ir gerindamas drėgnumą. Mažėjant smėlio plūdrumui, spartėja lydymasis. Pastarajam procesui įtakos turi ir įkrovos drėgnis. Vandens dalelės sujungia sodą su smėliu, taip išvengiant įkrovos išsiskaidymo ir dulkėjimo. Optimalus įkrovos drėgnis yra 2–4 % [1].

Spalvoto stiklo tara gaminama naudojant tokias žaliavas: kvarcinį smėlį, kalcinuotąją sodą, natrio sulfatą, sienito koncentratą, dolomitą/klintis, anglį bei stiklo duženas.

Visos žaliavos bus apdorojamos įmonės įkrovos paruošimo ceche. Gamybai kvarcinis smėlis bus tiekiamas iš Anykščių karjero. Šio karjero smėlis švarus, tinkamos sudėties, o transportavimo kaštai minimalūs. Dėl aukštų keliamų kokybės reikalavimų bus naudojama sintetinė kalcinuotoji soda, gaunama fasuota. Natrio sulfatas, taip pat, gaunamas fasuotas, taip išvengiant galimų transportavimo ir sandėliavimo nuostolių. Sienito koncentratas yra naudinga žaliava, net tik dėl to, kad yra pigi, tačiau ir dėl to, kad jame nemažas kiekis natrio oksido. Dėl šios priežasties mažėja sodos poreikis, o pastaroji žaliava yra bene brangiausia. Lietuvoje geriausiai stiklo pramonei tinkanti klintis yra Karpėnų karjero. Ši žaliava turi mažai priemaišų. Kadangi tai vietinė žaliava, jos transportavimo kaštai nedideli. Anglis naudojama redukcinei krosnies terpei sudaryti. Stiklo dūžis skirstomas į gamyklinį ir antrinį, surinktą iš vartotojų, bei išpilstytojų, naudojančių įmonės tiekiamą stiklo tarą. Gamyklinis stiklo dūžis atsiranda iš gaminių broko arba tuštinat krosnį, keičiant lydalo sudėtį ar savybes [2].

1.2. Aprūpinimas kuru, vandeniu, elektros energija

Kuras, vanduo ir elektros energija bus perkami naudojantis esamais AB „Kauno stiklas“ ryšiais. Kurui naudojamos gamtinės dujos dujotiekiu tiekiamos iš AB „Lietuvos dujos“, elektros energija iš AB „Vakarų skirstomieji tinklai“, o vanduo iš UAB „Kauno vandenys“ [2].

2. PROJEKTUOJAMO OBJEKTO TECHNINIS EKONOMINIS PAGRINDIMAS

AB “Kauno stiklas” šiuo metu yra vienintelė įmonė Lietuvoje gaminanti spalvotąją stiklo tarą. Didžiausia ir bene vienintelė grėsmė – įmonės importuojančios gaminius iš užsienio rinkų, dažniausiai Kinijos ir kitų šalių, turinčių pigią darbo jėgą, dėl to galinčių pasiūlyti mažesnę gaminio kainą. Norint konkuruoti su tokio tipo įmonėmis, reikia gerinti gaminio kokybę ir taip užsitikrinti vietą rinkoje. Dažniausiai importuotojų siūloma produkcija yra prastesnės kokybės nei vietinė. Pavyzdžiui, Baltarusijoje gaminamas putojančio vyno butelis sveria beveik 800 g, o, Lietuvoje pagamintas beveik 200 g mažiau. Nuo butelio svorio ypač priklauso jo transportavimo išlaidos. Ir žinoma estetiinė išvaizda. Didelę konkurenciją sudaro kaimyninių šalių įmonės, tokios kaip Estijos stiklo fabrikas, kuris užima didelę dalį Skandinavijos šalių rinkos. Baltijos šalyse stiklo taros paklausa didėja. Kylant pragyvenimo lygiui stiklo taroje išpilstytų produktų vartojimas auga. Gėrimai plastikiniuose buteliuose paprastai būna žemesnės kokybės, nes tokia tara praleidžia orą, o joje laikomo produkto skonio savybės kinta. Stiklinė tara yra daug estetiškesnė nei plastikinė ar metalinė ir netinkama gazuotiems slėginiams gėrimams išpilstyti. Todėl stiklinės taros gamyba ir toliau turi neabejotiną galimybę išlikti rinkoje.

Pagrindinės problemos su kuriomis šiandien susiduria įmonė – konkurentai ir rinkos plėtra bei kokybiškos žaliavos. Norint konkuruoti su rinkoje esančiais konkurentais, privalu užtikrinti gaminių kokybę. Nors įmonė jau yra įsitvirtinusi Lietuvos rinkoje, tačiau žengti į užsienio rinkas sudėtinga ir rizikinga. Žinoma, aprūpinti artimiausias kaimynes, tokias kaip Latvija bei Kaliningrado sritis nėra sudėtinga, dėl jose nesančios aktyvios vietinės rinkos. Su Baltarusija ir Lenkija galima konkuruoti gaminių kokybę. Sunkiausiai įveikiama, šiuo metu, Skandinavijos rinka.

Vertinant žaliavas, didžiausia problema šiuo metu yra jų transportavimas, nes didžioji žaliavų dalis vežama iš užsienio. Pagrindinė gamybos žaliava, kvarcinis smėlis įmonei tiekiamas iš Anykščių karjero geležinkelio transportu. Kalcinuotoji soda vežama iš Krymo, JAV, Baškirijos, Lenkijos, o natrio sulfatas, vežamas iš Prancūzijos. Vienintelis dolomitas tiekiamas iš Lietuvoje esančio Klovainių karjero. Importuotas žaliavas keisti vietinėmis sunku, nes jos nusileidžia savo kokybe bei švarumu. Dėl šios priežasties itin svarbu didinti gamyboje naudojamų atliekų kiekį. Taip sumažinamas gamtinių žaliavų poreikis, o tuo pačiu, ir gaminio kaina. Be to, stiklo atliekų perdirbimas yra gerokai mažiau energijai imlus procesas nei gamtinių žaliavų. Pastarosioms, ypač smėliui ir dolomitui, reikalingas džiovinimo procesas, o tai didina sunaudojamų dujų bei elektros energijos kainas.

3. TIRIAMASIS DARBAS

3.1. Įvadas

Stiklo savybės priklauso nuo jo sudėties. Norint gauti reikiamų savybių stiklą, turi būti parenkamos atitinkamos žaliavos. 25,5–26 % stiklo lydalo sudaro šarminių bei žemių šarminių metalų oksidai, tarp jų CaO ir MgO. Siekiant užtikrinti geras gaminių fizikines bei mechanines savybes, turi būti parinktas optimalus šių oksidų santykis.

Kalcio oksidas, kurio pramoniniame stikle būna apie 9–10 %, taip pat kaip ir šarminių metalų oksidai, mažina stiklo lydymosi temperatūrą ir klampą, lengvina skaidrėjimą, gerina mechanines bei chemines savybes, didina lūžio rodiklį, tankį, cheminį atsparumą ir šiek tiek šiluminį plėtimąsi. Dideli CaO kiekiai stikle apsunkina įkrovos lydymosi procesą ir skatina kristalizaciją [3].

Magnio oksido pramoniniame stikle būna iki 5 %. Stikle esant iki 6 % MgO, mažėja stiklo lydymosi temperatūra ir polinkis kristalintis, didėja lydalo paviršiaus įtempis, stiklo šiluminio plėtimosi koeficientas, cheminis bei mechaninis atsparumas. Jei MgO yra daugiau kaip 6 %, priešingai, didėja stiklo lydymosi temperatūra, polinkis kristalizuotis ir paviršiaus įtempis. MgO, kai jo stikle yra daugiau kaip 2 %, lėtina lydymo ir skaidrėjimo procesus, didina šiluminio plėtimosi koeficientą (mažiau negu CaO) ir šiek tiek atsparumą vandeniui. Dalį CaO pakeitus MgO, stiklas tampa „ilgesnis“, t. y. ilgėja temperatūrų intervalas, kuriame galima formuoti stiklo gaminius. [3].

Pastarųjų oksidų kiekių santykis stikle priklauso nuo naudojamų žaliavų. Šiuos oksidus įvesti į stiklo sudėtį dažniausiai naudojamos klintys (CaCO_3) ir dolomitas ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$).

Šiuo metu AB „Kauno stiklas“ gaminant stiklą naudojama Klovainių karjero dolomito atsija. Nors tai pigi žaliava, tačiau jos sudėtyje yra nemažas kiekis MgO, kuris sudaro iki 4,46 %, išlydyto stiklo masėje. Lydant įkrovą, su minėtu magnio oksido kiekiu, stiklas stingsta lėčiau, ko pasekoje formavimo mašinos turi dirbti lėčiau, t. y. ne visu galimu pajėgumu. Didėjant stiklinės taros poreikiui, būtina spartinti formavimo mašinų darbą, tokiu atveju – būtina keisti stiklo sudėtį, į tokia, kad stiklas stingtų greičiau.

Šio **tiriamąjo darbo tikslas** ištirti stiklo įkrovos lydymosi temperatūrų ir stiklo lydalo savybių priklausomybę magnio oksidą keičiant kalcio oksidu.

3.2. Tyrimo metodika

Tyrimui naudotos žaliavos, kurių sudėtis pateikta 3.1 lentelėje.

3.1. lentelė. Tyrimui naudotos žaliavos

Žaliava	Cheminė sudėtis, %					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃
Kvarcinis smėlis	99,48	0,17	-	-	-	0,03
Klovainių dolomitas	2,7	0,44	-	33,16	16,61	0,6
Kalcinuotoji soda	-	-	58,48	-	-	-
Techninis Al ₂ O ₃	-	98,78	0,47	-	-	0,02
Klinties atsijos	4,3	0,2	-	50,5	1,6	0,6

Cheminė žaliavų sudėtis nustatyta klasikiniiais stiklo žaliavų tyrimo metodais. Mineralų sąveikos lydale produktai tirti rentgenografinės analizės metodu naudojant DRON-6 prietaisą (CuK α spinduliuotė, nikelio filtras, detektoriaus judėjimo žingsnis – 0,02 °, intensyvumo matavimo trukmė žingsnyje – 0,5 s, anodinė įtampa U_a = 30 kV, srovės stiptis I = 20 mA).

Tiriant kalcio ir magnio oksidų santykio įtaką stiklo savybėms, vienas oksidas keistas kitu pradžioje po 2 %, po to – 1 % intervalu. Kitų komponentų kiekis (SiO₂, Na₂O ir Al₂O₃) paliekamas pastovus. Tirtos stiklo sudėtys pateiktos 3.2 lentelėje. Laboratorijoje tirtos lydyto stiklo sudėtys paryškintos.

3.2. lentelė. Tyrimui parinktos stiklo sudėtys su skirtingais CaO ir MgO kiekiais (bendras šarminių žemių metalų oksidų kiekis išlieka pastovus ir yra lygus 12 %)

Bandinio nr.	Cheminė sudėtis, %				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	CaO	MgO
1	72,0	2,0	14,0	12,0	0,0
2	72,0	2,0	14,0	10,0	2,0
3	72,0	2,0	14,0	9,0	3,0
4	72,0	2,0	14,0	8,0	4,0
5	72,0	2,0	14,0	7,0	5,0

Žaliavų kiekis, reikalingas tiriamų sudėčių stiklui gauti, buvo apskaičiuotas sudarant lygčių sistemas, įvertinančias oksidų, įvedamų su konkrečia žaliava, kiekį. Sudaromos kvadratinės matricos ir determinantų vertės apskaičiuojamos naudojant Excel programą.

Įkrovos komponentai pasveriami, susmulkinami ir sumaišomi. Paruošiama po tris kiekvienos sudėties mišinius. Mišiniai sudedami į porcelianinius tiglius ir dedami į laboratorinę krosnelę, kuri 250–300 °C/h, greičiu įkaitinama iki 1000 °C temperatūros. Šioje temperatūroje tigliai išlaikomi 10 min ir iš krosnelės išimama po vieną kiekvienos sudėties mišinio tiglį. Po to temperatūra

keliama iki 1100 °C, kurioje tigliai vėl išlaikomi 10 min ir išimami sekantys trys tigliai. Galiausiai, temperatūra pakeliama iki 1200 °C ir dar po dešimties minučių išimami paskutiniai trys tigliai. Išimti tigliai ataušinami iki kambario temperatūros. Atvėsinti stiklo bandiniai, sudaužius tiglius atskiriami nuo porceliano šukių ir agato grūstuvėje susmulkinami iki miltelių prasijojami pro sietą Nr. 005.

Nesureagavusio ir neišsilydžiusio kvarco kiekiui stikle įvertinti paruošiamas ir kontrolinis kvarcinio smėlio bandinys.

Pagrindinės stiklo savybės apskaičiuojamos remiantis oksidų įtakos faktorių koeficientais [4].

3.3. Rezultatai ir jų aptarimas

Parametrai, priklausantys nuo cheminės sudėties pokyčių, yra apskaičiuoti remiantis būdingomis technologinėmis temperatūromis, fizikinėmis bei cheminėmis savybėmis, būtinomis efektyviai stiklo taros gamybai ir vartojimui. Įvertinti šie parametrai:

- praktinė stiklo lydymosi temperatūra t_{mp} , kuri nustatoma, esant 10^1 Pa·s lydalo klampai, t. y. $\log \eta = 1$;
- stiklo likviduso temperatūra t_{liq} , t. y. temperatūra, virš kurios negali susidaryti jokie kristalai. Ši temperatūra nusako saugų stiklo taros formavimo intervalą;
- minkštėjimo temperatūra t_{soft} ($\log \eta = 6,65$), kuri naudojama apskaičiuojant darbo indeksą;
- transformacijos temperatūra t_g ($\log \eta = 12,3$), kuri naudojama apskaičiuojant darbo indeksą;
- santykinis stiklo formavimo mašinos greitis RMS (%), t.y. pagrindinis darbo parametras, apibūdinantis tiriamos sudėties stiklo lydalo formavimo intensyvumą;
- darbo indeksas K_{di} ;
- stiklo tankis ρ ;
- stiklo plėtimosi koeficientas α ;
- stiklo šiluminis laidumas λ ;

Tiriamų sudėčių stiklo klampą atitinkanti temperatūra nustatyta naudojantis naujausiomis duomenų bazėmis [5]. Gauti rezultatai pateikti 3.3 lentelėje.

3.3. lentelė. Prognozuojama tiriamų sudėčių stiklo lydalo ir stiklo temperatūra, esant skirtingai jų dinaminei klampai

Klampa, Pa·s	Būdingoji technologinė temperatūra	CaO : MgO, %				
		12:0	10:2	9:3	8:4	7:5
10^1	t_{mp}	1442,8	1453,2	1458,8	1464,7	1471,0
10^2		1188,1	1194,5	1199,5	1205,6	1212,8
10^3		1025,4	1028,4	1032,0	1037,0	1043,2
10^4		912,5	912,7	914,9	918,4	923,2
10^5		829,6	827,4	828,3	830,5	833,8
10^6		766,1	762,0	761,8	762,7	764,7
$10^{6,6}$	t_{soft}	734,7	729,6	728,8	729,0	730,3
10^8		675,3	668,3	666,2	665,1	664,8
10^9		641,7	633,5	630,7	628,7	627,5
10^{10}		613,4	604,3	600,8	598,1	596,0
10^{12}	t_a	568,6	557,9	553,3	549,3	545,7
$10^{12,3}$	t_g	562,9	552,0	547,3	543,1	539,4
$10^{13,5}$	t_z	542,3	530,6	525,4	520,6	516,1

Iš gautų rezultatų matyti, kad kuo mažesnis MgO kiekis, tuo mažesnė stiklo įkrovos lydymosi temperatūra. Dolomitą visiškai pakeitus klintimis lydymosi temperatūra sumažėja nuo 1471,0 iki 1442,8 °C.

Tiriamų sudėčių stiklo lydalo likviduso temperatūra t_{liq} , kambario temperatūros stiklo tankis ρ , šiluminis laidumas λ ir plėtimosi koeficientas α nustatyti naudojant naujausias duomenų bazes [4]. Santykinis stiklo formavimo mašinos greitis RMS (%) apskaičiuotas pagal empirinę lygtį:

$$RMS = \frac{t_{soft}-450}{t_{soft}-t_g+80} \quad (3.1)$$

Kai $RMS > 1$, stiklas yra greitastigis, kai $RMS < 1$ – lėtastigis. Gaminant stiklą būtina, kad RMS būtų daugiau už 1.

Darbo indeksas K_{di} apskaičiuojamas pagal 3.2. lygtį:

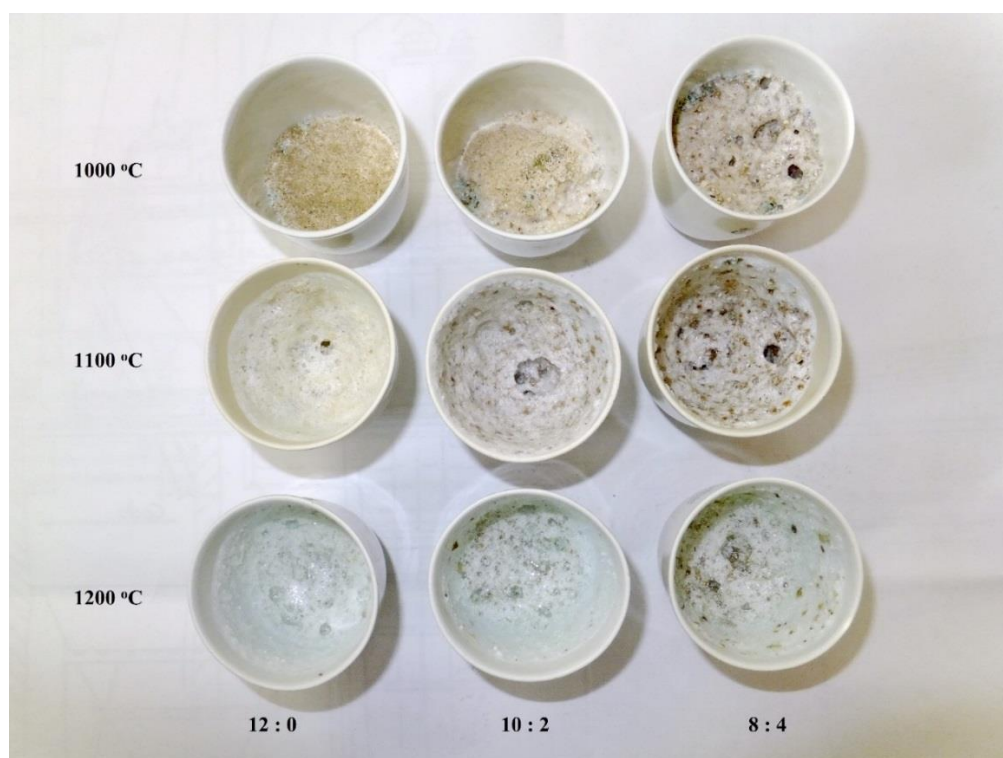
$$K_{di} = t_{soft} - t_g \quad (3.2)$$

Gauti rezultatai pateikti 3.4 lentelėje.

3.4. lentelė. Stiklo technologinių ir fizikinių savybių kitimas MgO keičiant CaO

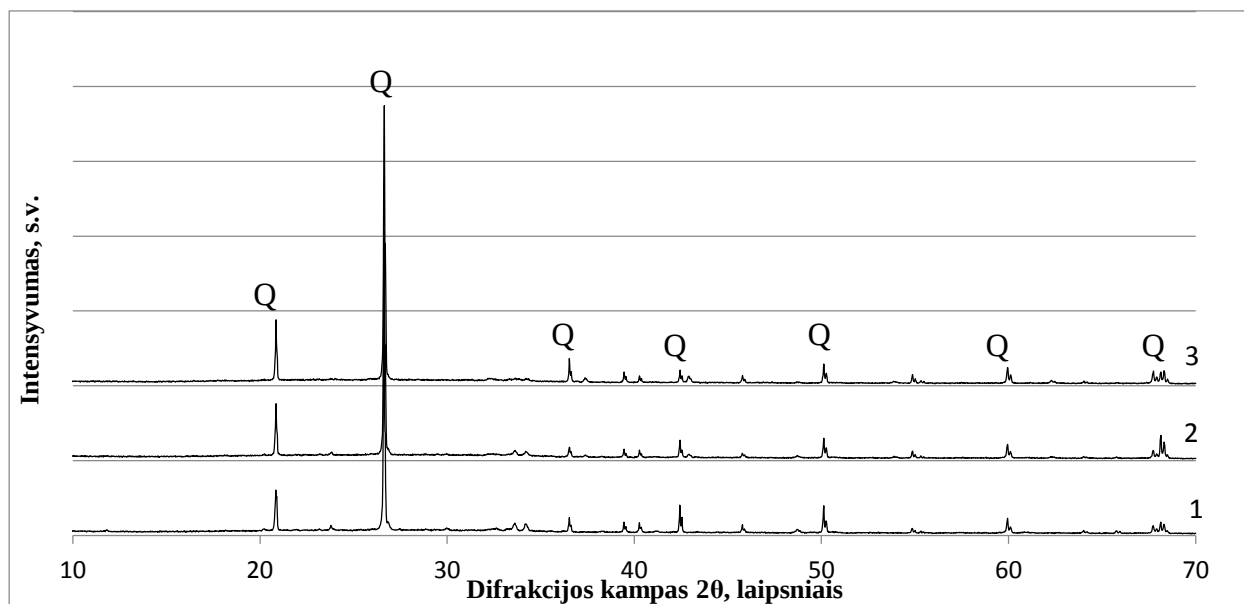
Parametras	CaO : MgO, %				
	12:0	10:2	9:3	8:4	7:5
$t_{liq}, ^\circ\text{C}$	1056	1034	1019	1000	979
$RMS, \%$	113,07	108,54	106,62	104,93	103,47
$K_{di}, ^\circ\text{C}$	171,8	177,6	181,5	185,9	190,9
$\alpha, \text{ppm/K}$	9,38	9,27	9,2	9,13	9,06
$\rho, \text{kg/m}^3$	2512	2501	2496	2491	2485
$\lambda, \text{W/(m}\cdot\text{K)}$	1,067	1,07	1,071	1,073	1,074

MgO įtakai įkrovos lydymosi procesui patvirtinti buvo paruošti trys skirtingų sudėčių bandiniai, kurių sudėtyje CaO ir MgO santykis sudarė: 12:0, 10:2 ir 8:4. Paruošti įkrovos mišiniai išlydyti 1000, 1100 ir 1200 °C temperatūroje ir atlikta gautų miltelių rentgenografinė analizė (3.2–3.3 pav.). Bandinių vaizdas po lydymo, pateiktas 3.1 paveiksle.



3.1. pav. Skirtingos sudėties ir lydymosi temperatūros stiklo bandiniai po lydymo

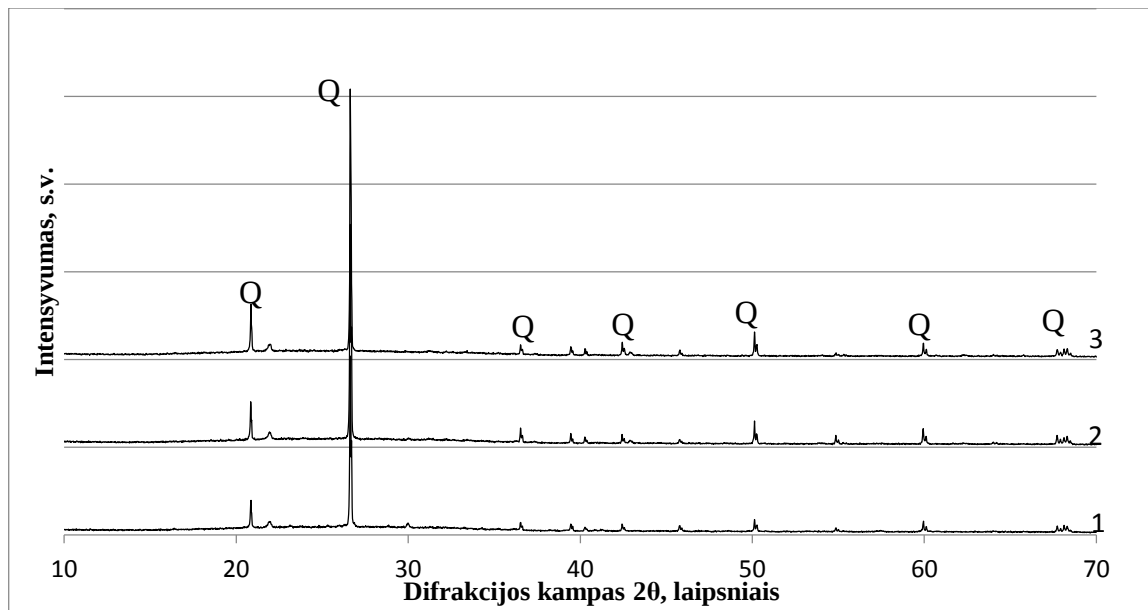
Iš 3.1 paveikslo matyti, kad klinties pagrindu ruošta įkrova lydyta 1200 °C temperatūroje išsilydė geriausiai ir atrodo skaidri. Matyti, kad didėjant MgO kiekiui lydale lieka neišsilydžiusių kvarco dalelių. Šiuos duomenis patvirtina ir rentgenografinės analizės duomenys, kurie pateikti 3.2–3.5 grafikuose.



3.2. pav. Stiklo įkrovų, kuriose CaO ir MgO sumaišyti skirtingu santykiu, iškaitintų 1000 °C temperatūroje, rentgeno spinduliuotės difrakcinės analizės kreivės: 1 – 12:0; 2 – 10:2; 3 – 8:4.

Žymėjimas: Q – kvarcas.

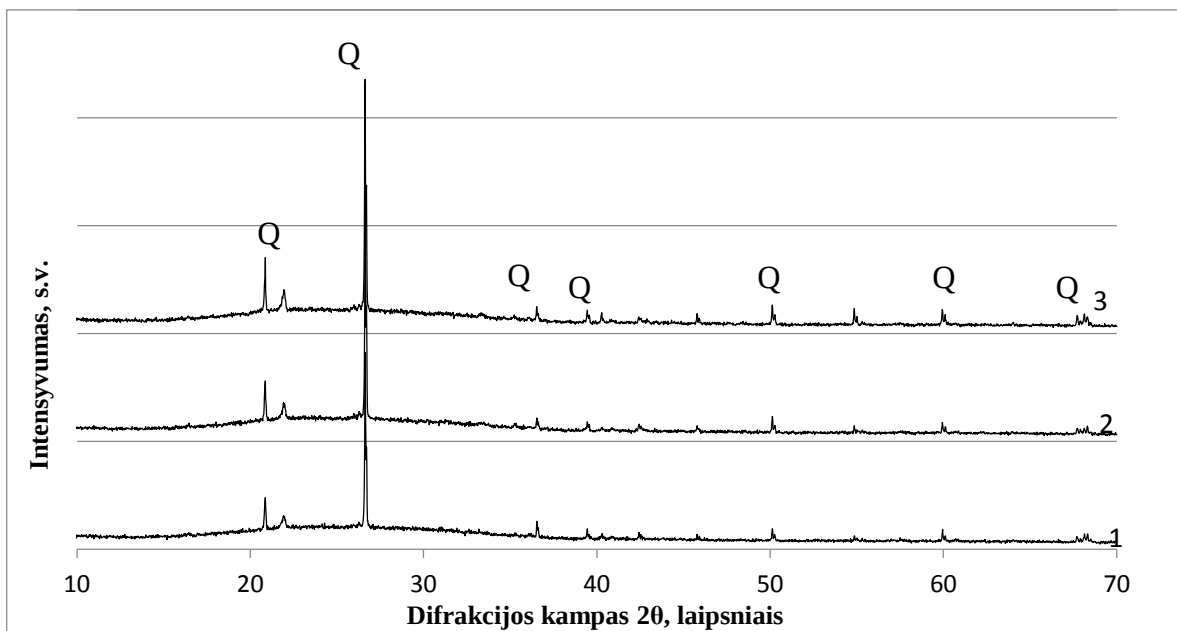
Iš gautų rezultatų matyti, kad 1000 °C visos kreivės panašios, rentgenogramose vyrauja kristaliniam SiO_2 būdingos smailės. Silikatų susidarymo reakcijos beveik pasibaigusios, tačiau kristalinis silicio oksidas dar nespėjęs galutinai išsilydyti.



3.3. pav. Stiklo įkrovų, kuriose CaO ir MgO sumaišyti skirtingu santykiu, iškaitintų 1100 °C temperatūroje, rentgeno spinduliuotės difrakcinės analizės kreivės: 1 – 12:0; 2 – 10:2; 3 – 8:4.

Žymėjimas: Q – kvarcas.

1100 °C temperatūroje iškaitintų bandinių rentgenogramos (3.3 pav. 1–3 kreivės) taip pat panašios, tačiau SiO_2 būdingų smailių intensyvumas mažesnis, nei bandinių kaitintų 1000 °C temperatūroje. Pagrindinės SiO_2 smailės intensyvumas didėja didėjant MgO kiekiui.



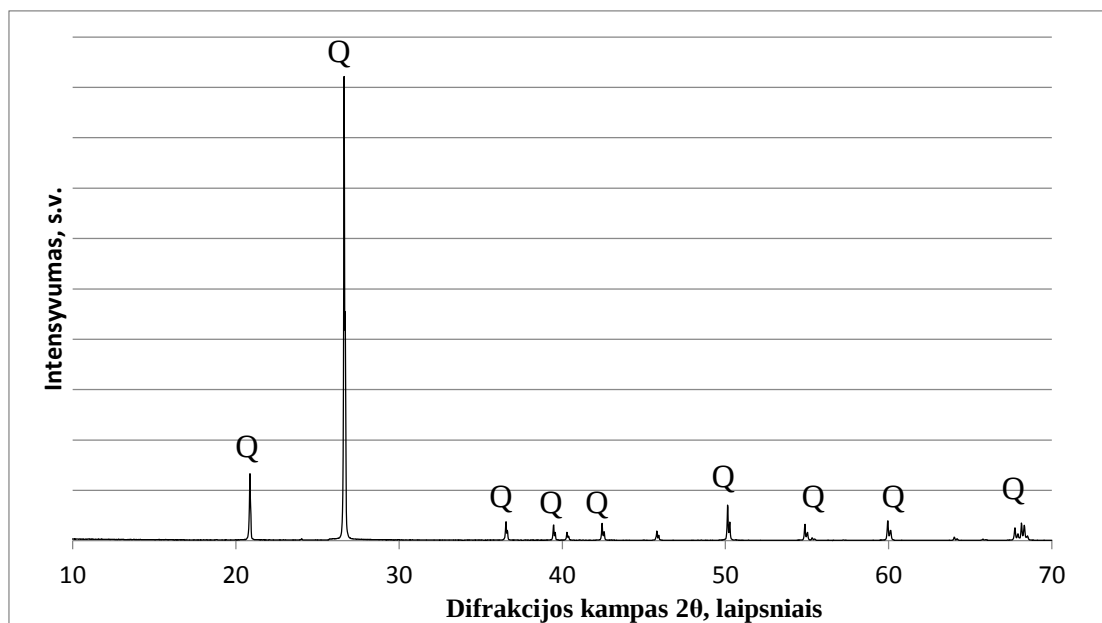
3.4. pav. Stiklo įkrovų, kuriose CaO ir MgO sumaišyti skirtingu santykiu, iškaitintų 1200 °C temperatūroje, rentgeno spinduliuotės difrakcinės analizės kreivės: 1 – 12:0; 2 – 10:2; 3 – 8:4.

Žymėjimas: Q – kvarcas.

1200 °C temperatūroje kaitintų bandinių rentgeno spinduliuotės difrakcinės analizės kreivėse (3.4. pav. 1–3 kreivės) matyti, kad SiO_2 būdingos smailės yra mažesnio intensyvumo nei Tačiau

kaip ir anksčiau, didėjant MgO kiekiui bandinyje SiO₂ smalių intensyvumas didėja. Vadinasi lydale lieka didelis kiekis neišsilydžiusio kvarco dalelių.

Palyginimui buvo atlikta kvarco miltelių rentgenografinė analizė (3.5 pav.).



3.5. pav. Kvarco miltelių rentgeno spinduliuotės difrakcinės analizės kreivė. Žymėjimas: Q – kvarcas.

Remiantis rentgeno difrakcinės analizės duomenimis galima teigti, kad CaO turi įtakos įkrovos lydymosi temperatūrai. Didėjant CaO kiekiui nuo 8 % iki 12 %, bandinio lydymosi temperatūra mažėja.

Išanalizavus skirtingos sudėties stiklo mišinius, nustatyta pokyčio įtaka stiklo savybėms, kai įkrovoje naudojami įvairūs CaO ir MgO kiekių santykiai.

Nustatyta, kad stiklo sudėtyje keičiant kalcio oksidą magnio oksidu nuosekliai mažėja likviduso temperatūra (3.4. lentelė). Didėjant MgO kiekiui taip pat mažėja ir formavimo mašinų greitis, o darbo indeksas ilgėja. Ilgėjant darbo indeksui (nuo 171,8 iki 190,9), stiklas lėčiau stingsta. Priešingai, didėjant CaO kiekiui, stiklas tampa „trumpesnis“ ir santykinis formavimo mašinų greitis *RMS* didėja. Stiklo įkrovoje vietoj dolomito atsijų naudojant klintį, santykinis formavimo mašinų greitis padidėja nuo 103,5 iki 113,07 %, dėl to galima padidinti sekcijinių mašinų darbo našumą, nebloginant gaminio savybių.

Nustatyta, kad visų parametrų priklausomybės nuo pasirinktų oksidų santykio pokyčio stiklo sudėtyje yra linijinės ir skiriasi tik kryptimi (didėja arba mažėja) bei intensyvumu.

3.4. Išvados

Dolomitą visiškai pakeitus klintimis, įkrovos lydymosi temperatūra sumažėja nuo 1471,0 iki 1442,8 °C, t. y. 28,2 °C. Tai leidžia taupyti kuro kiekį reikalingą įkrovai išlydyti, prailginamas krosnies eksploatacijos laikas, nes įkrova lydoma žemesnėje temperatūroje, taip pat padidėja lydkrosnės našumas, nekeičiant jos parametrų.

Vietoj dolomito naudojant klintis, lydalas stingsta greičiau, todėl santykinis gaminių formavimo mašinų greitis padidėja nuo 103,5 iki 113,07 %. Dėl to galima padidinti sekcijinių mašinų darbo našumą, nebloginant gaminio savybių. Tai aktualu, siekiant padidinti AB „Kauno stiklas“ stiklo taros gamybos našumą.

Atsižvelgiant į gautus rezultatus, pasirenkamos tokios stiklo gamybos žaliavos: kvarcinis smėlis, klintis, kalcinuotoji soda, natrio sulfatas, molžemis, anglis bei stiklo dūžis.

4. TECHNOLOGINĖ DALIS

4.1. Gminių charakteristika ir asortimento parinkimas

Stikline tara vadinami siauragurkliai ir plačiagurkliai sandarūs indai, vartojami įvairiems skysčiams, tirštiesiems ir biriems produktams fasuoti, transportuoti ir sandėliuoti. Stiklo tara yra populiari ir masiškai gaminama visame pasaulyje dėl savo pigumo, higieniškumo, skaidrumo, cheminio inertiškumo ir dėl to, kad neturi įtakos joje laikomų medžiagų savybėms. Didelis stiklo taros privalumas yra jos perdirbamumas. Stiklo taros gaminiai gali būti perdirbami net iki keliasdešimties kartų. Iš neigiamų savybių galima paminėti sąlyginai didelę jos masę, palyginus su joje laikomos medžiagos mase ir ne ypač didelį mechaninį atsparumą. Stiklinė tara skirstoma pagal kaklelio dydį, stiklo spalvą, paskirtį ir galvutės tipą [6].

Stiklo taros gaminiai formuojami labai tiksliai iš gerai išlydyto ir nuskaidrinto stiklo lydalo. Jų paviršius turi būti glotnus, be išorinių defektų, tokių kaip raukšlės, siūlai ar raibenos. Šoninių bei dugno siūlių aukštis neturi viršyti 0,3 mm. Ypač tikslių matmenų turi būti galvutės. Tara turi atitikti visus jai keliamus reikalavimus, t. y. būti tikslių matmenų, gerų fizikinių-cheminių savybių, stipri tiek mechaniškai, tiek termiškai ir chemiškai.

Šiuo metu „Kauno stiklo“ fabrike gaminami 0,33–0,75 l talpos įvairių atspalvių žalio bei rudo stiklo buteliai skirti įvairiems, daugiausia putojantiems gėrimams išpilstyti. Įmonė gamina ne tik standartizuotus butelius, bet taip pat atsižvelgia į kiekvieno kliento poreikius bei individualius butelio dizaino techninius parametrus. Butelių techniniai rodikliai ir kokybės reikalavimai analogiškai vakarų šalių standartų reikalavimams, kurie nurodyti įmonės standarte IST 3376126-45:1998, įregistruotame Lietuvos Standartizacijos departamente.

Stiklo lydymui naudojant net 80 % stiklo atliekų, ženkliai sumažėja gaminio kaina, dėl to atsiranda galimybė plėsti rinką užsienio šalyse ir pritraukti naujų klientų.

4.2. Stiklo taros cheminės sudėties analizė

Stiklo taros cheminės sudėties parinkimas priklauso nuo norimos gaminti taros reikiamų savybių, joje būsimos laikomos medžiagos bei gamybos būdo. Siauragurkliai gaminiai lašotiekinėmis mašinomis formuojami iš stiklo lydalo, turinčio daugiau šarminių oksidų. Dažniausiai tara gaminama iš natrio-kalcio-silikatinio stiklo. Tokio tipo stiklo taros sudėtis dažniausiai tokia: 71–73 % SiO_2 , 9–12 % CaO , 12–14 % Na_2O ir 1–3 % Al_2O_3 . Šiame stikle gali būti nedideli kiekiai MgO (0,2–3,5 %), K_2O (0,3–1,5 %) ir SO_3 (0,05–0,3 %) [6].

Gaminant spalvotąją stiklo tarą, jos spalva priklauso nuo geležies oksidų kiekio. Žalios spalvos stikle Fe_2O_3 kiekis neribojamas, jo būna iki 2 %. Dažnai dalis Fe_2O_3 keičiama Cr_2O_3 . Stiklui dažytam chromo (III) oksidu, būdingas geresnis šiluminis skaidrumas, jis geriau sulaiko šviesos

spindulius, kurie gali būti žalingi inde laikomiems produktams, taip pat, šio oksido priedas mažina lydalo paviršiaus įtempį, gerina skaidrėjimą, sienelių storyje geriau pasiskirsto lydalas.

Rudas gintarinis stiklas sudaro vieną ketvirtadalį visos pasaulyje gaminamos stiklo taros. Rudą spalvą lemia geležis ir siera, lydant stiklą su redukciniėje medžiagomis aplinkoje. Priklausomai nuo užsakovo pageidavimo ši spalva gali kisti nuo šviesiai rudos iki intensyviai žalios ar samaninės. Žalio stiklo tara yra pati paprasčiausia, nes jos gamyboje grynumas (geležies kiekis) yra mažiausiai ribojamas. Dėl šios priežasties, gaminant žalios spalvos stiklo tarą, galima naudoti didžiausią kiekį spalvoto stiklo atliekų. Žalias stiklas skaidrinamas naudojant sulfatus ir lydomas redukciniėje terpėje. Didžioji dalis žalio stiklo yra dažoma chromu. Jo kiekis svyruoja apie $0,15 \pm 0,04$ masės % Cr_2O_3 lydant tipinį smaragdinės spalvos stiklą.

4.3. Stiklo duženų kiekio ir įtakos stiklo lydymui analizė

Stiklo atliekos skirstomos į dvi rūšis: atliekas atsirandančias prieš vartojimą ir atliekas atsirandančias po vartojimo. Pirmu atveju, stiklo atliekos susidaro stiklo gamybos metu arba iš antrinių vartotojų, tokių kaip gėrimų išpilstytojų. Gamykloje stiklo atliekos susidaro kai stiklo taros gamybos metu dėl kokių nors priežasčių (įrengimų gedimai, išsiderinus lydymo procesui ir pan.) atsiranda nekokybiškų gaminių, taip pat kai, sugedus stiklo gaminių formavimo mašinai, stiklo masė leidžiama į granuliatorių. Stiklo atliekos taip pat susidaro šalto remonto metu išleidus iš stiklo lydymo krosnies stiklo masę. Dėl šios priežasties, kiekvienoje gamykloje svarbu turėti grąžinimo sistemą, kuria sukauptos stiklo atliekos galėtų būti panaudotos perdirbimui. Stiklo atliekos, surinktos iš antrinių vartotojų, gali sąlyginai įtakoti gaminio kainą, dėl atliekų pervežimo kaštų (priklausomai nuo atstumo), bei dėl papildomų žalingų medžiagų atliekose, pavyzdžiui, metalo.

Po vartojimo gaunamos atliekos apima visas iš galutinių vartotojų surenkta stiklo atliekas.

Gamyboje naudojamos stiklo atliekos turi tiesioginę ekonominę naudą, nes jų dėka mažinami sunaudojamos energijos kiekiai, taip pat taupomos žaliavos. Kadangi perlydant stiklo dūžį, stiklo junginiai jau yra susidare, todėl sunaudojama kone dvigubai mažiau energijos nei jos reikia išlydyti grynomis žaliavoms. Teoriškai, sunaudojamos energijos kiekis kiekvienam procentui sunaudojamo stiklo dūžio turėtų sumažėti apie 0,36 %, tačiau praktikoje šis skaičius siekia nuo 0,25 iki 0,3 %. Be energetinės ekonomijos, taip pat mažėja ir į orą išmetamų dulkių ir kitų teršalų kiekis. Naudojant stiklo dūžį sumažinama krosnies darbinė temperatūra, dėl to ilgėja krosnies ugniai atsparių medžiagų išklojos naudojimo laikotarpis [7].

Idealiu atveju, turint didelius kiekius stiklo atliekų, gamintojai galėtų lydyti stiklą iš 100 % stiklo dūžio, taip taupant energiją, žaliavas ir minimizuojant CO₂ išmetimus. Tačiau praktiškai tai nėra įmanoma dėl keleto priežasčių [1]:

- Skaidrinimo. Norint tinkamai nuskaidrinti stiklo lydalą būtina įkrovą papildyti atitinkamai skaidrikliais. Tačiau pridėjus skaidriklių keičiasi bendrą lydalo sudėtis, todėl būtina ją optimizuoti papildomai pridedant smėlio, klinties ir pan.
- Redukcijos. Redukcinė terpė yra svarbi norint pasiekti tinkamą nuskaidrinimo efektą bei stiklo spalvą.
- Spalvos. Spalva priklauso nuo redukcinių sąlygų, kontroliuojančių redukcijos reakcijas, ypač Fe²⁺/Fe³⁺ pusiausvyrą.

4.4. Stiklo lydymo proceso analizė

Stiklo lydymo procesą apibūdina penkios stadijos: silikatų susidarymas, stiklodara, skaidrinimas, homogenizavimas ir vėsinimas.

Silikatų susidarymą charakterizuoja sudėtingi fizikiniai ir cheminiai procesai. Pirmiausia iš kaitinamo stiklo išgaruoja hidroskopinė drėgmė, skyla hidratų, karbonatų, sulfatų, nitratų ir skiriasi dujos, vyksta kietafazės silikatų ir kitų tarpinių junginių susidarymo reakcijos. Dauguma susidariusių dujų iš lydalo išlekia, o lydantis eutektikoms atsiranda skysta fazė. Šios stadijos pabaigoje susidarę silikatai, nesusėję komponentai kartu su skystąja faze sudaro sukepusią įkrovą. Daugumai stiklų ši stadija baigiasi 950–1050 °C temperatūroje. Silikatai susidaro palyginti neaukštoje temperatūroje, kuomet daugiau įkrovoje yra šarminių bei šarminių žemių metalų oksidų, kuomet smulkesni įkrovos komponentų grūdėliai, nes tuo didesnis jų reaguojantis paviršius, ir tuo greičiau, kuomet aukštesnė temperatūra. Silikatų susidarymą, taip pat, spartina naudojami greitikliai. Didelę įtaką turi drėgmė bei įkrovos tankis, optimali temperatūra. Padidinus temperatūrą 100–150 °C, silikatų susidarymas paspartėja kone dvigubai [3].

Stiklodaros arba lydalo susidarymo fazės metu, pasibaigia kietafazės Na, Ca ir silikatų susidarymo reakcijos. Pramoninio stiklo įkrovoje būna apie 30 % kvarco grūdėlių perteklius, t. y. tiek kvarco nesunaudojama silikatų susidarymo reakcijose. Stiklodaros stadijoje šis perteklius ištirpsta silikatų lydale. Stiklodara vyksta aukštesnėje temperatūroje nei susidaro silikatai, todėl lydale greičiau juda atomai ir molekulės, staigiai padidėja difuzijos ir silicio dioksido tirpimo silikatuose greitis ir lydale ištirpsta kvarco grūdėlių perteklius. Tirpimo greitis sparčiai didėja didinant stiklo lydymo temperatūrai. Apie kiekvieną grūdėlį, lėtai tirpstant klampiname silikatų lydale, susidaro nuo 0,02 iki 0,05 mm storio didesnės SiO₂ koncentracijos sluoksnis. Šiame sluoksnyje, SiO₂ tirpumas lėtėja. Kvarcas tirpsta, kai į grūdėlio paviršių difunduoja SiO₂

neprisotintas lydalas, SiO_2 prisotintas lydalas nuo grūdelio difunduoja ten, kur jo koncentracija mažesnė. Ši difuzija labai lėta, todėl kvarco grūdeliai tirpsta netolygiai pagal tokią schemą: nesočiojo silikatų tirpalo zona $\rightarrow$ sočiojo SiO_2 lydalo zona $\rightarrow$ SiO_2 sočiosios zonos difuzija į aplinkinį tirpalą $\rightarrow$ nesočioji zona. Tirpimo greitis priklauso nuo lydalo dalelių difuzijos greičio.

Stiklodara yra 8–9 kartus lėtesnė už silikatų susidarymą ir sudaro 60–70 % bendros stiklo lydymo trukmės. Stiklo lydalo susidarymo intensyvumas priklauso nuo lydymo temperatūros, įkrovos cheminės sudėties, vartojamų žaliavų ir greitiklių, komponentų grūdelių dydžio, formos ir juose esančių interpus, įkrovos vienalytiškumo ir jonų bei molekulių difuzijos lydale greičio. Kuo smulkesni smėlio grūdeliai, tuo greičiau susidaro silikatai ir stiklo lydalas.

Didžiausią įtaką stiklo lydymo spartai turi temperatūra. Keliant temperatūrą, stiklo lydalo susidarymo greitis didėja. Keliant temperatūrą iki 1600 °C, kas 10 °C stiklo susidarymas paspartėja 10 %. Lydymo spartai įtakos turi ir terpės virš lydalo slėgis bei dujų lydale ir virš lydalo terpės, sudėtis. Sumažinus virš lydalo dujų slėgį, iš lydalo intensyviau skiriasi dujos, ir lydymo trukmė sumažėja. Padidinus lydale šarminių oksidų koncentraciją, sumažėja lydalo klampa bei paviršiaus įtemptis, todėl kvarco grūdeliai tirpsta sparčiau. Panašiai procesą įtakoja ir laisvas natrio sulfatas. Daug įtakos lydymo spartai turi tirpimo intensyvumas. Maišant lydalą mechaniniais maišikliais arba jį barbotuojant, grūdelio aplinkoje mažėja SiO_2 koncentracija, todėl jis greičiau tirpsta. Stiklodaros baigiamojoje stadijoje stiklo lydalas tampa skaidrus, jame nebėra neišsilydžiusių įkrovos dalelių, bet dar gausu pūslių ir pranarų, lydalas dar nėra chemiškai vienalytis [3].

Skaidrinimo etapas yra kritinė stiklo lydymo fazė, nes stiklo gaminiuose atsirandantys burbuliukai yra dažniausias ir labiausiai nepageidautinas defektas. Skaidrinimo greitis krosnyje priklauso nuo stiklo lydalo temperatūros (klamos) ir jos pasiskirstymo, krosnies dizaino, įtakojančio lydalo srauto judėjimą, stiklo sudėties ir skaidriklių [1]. Stiklo lydalo skaidrinimo metu lydalas tampa skaidrus, vienalytis tiek sudėties, tiek temperatūros atžvilgiu bei be burbuliukų. Temperatūros tolygumas yra ypač svarbus, nes turi didelį įtaką stiklo klampai, kuri įtakoja gaminių formavimą. Tarkime, stiklo klampa yra per didelė. Tokiu atveju, lydalo lašas krintantis į formą pasieks ją per vėlai, sekančio etapo atžvilgiu (pvz., pusgaminio išpūtimo). Priešingai, jei lydalo klampa per maža, krintantis lašas nukris per žemai taip sudarydamas pernelyg storą gaminio dugną. Būtent dėl didelio išsiskiriančių dujų kiekio lydymo metu, masė homogenizuojama iki reikiamo lygio. Priešingai nei dideli, maži burbulai iš lydalo pasišalina sunkiai, nes jiems reikalingas didesnis laiko tarpas pasiekti lydalo paviršių. Sprendžiant šią problemą yra kelios alternatyvos: arba dujos turi ištirpti lydale arba burbulai turi būti didinami iki dydžio, pakankamo jiems greitai pasiekti paviršių. Tai gali būti pasiekama papildant stiklo įkrovą tam tikromis medžiagomis, pavyzdžiui, skaidrikliais arba įrengiant krosnies dugne papildomą oro padavimą.

Skaidrikliai, tokie kaip arsenas ir stibis, didina dujų tirpumą lydale. Mechanizmas, kuriuo šios medžiagos didina tirpumą nėra visiškai aiškus [8].

Skaidriklių ir jų kiekio parinkimas yra sudėtingiausia žaliavų parinkimo stadija, dėl kelių pagrindinių skaičiavimo taisyklių. Nors nėra tiesioginio proporcinio ryšio tarp naudojamo skaidriklio kiekio ir jo skaidrinimo efekto, tačiau stiklo lydalo klampos sumažinimas įtakoja šį procesą. Ankščiau skaidrinimui buvo naudojamos tokios medžiagos kaip As_2O_3 , Sb_2O_3 , NaCl , Na_2SO_4 ir kt. Aplinkosauginiai reikalavimai riboja arseno, stibio ir tam tikrų chloridų naudojimą. Vienas iš pagrindinių ir populiariausių šiuo metu naudojamų skaidriklių yra Na_2SO_4 . Reakcija, pagal kurią veikia šis skaidriklis yra tokia:



Naudojant didesnius kiekius natrio sulfato į įkrovą būtina dėti anglies, akmens anglies ar kokso dulkių pavidale. Naudojant nedidelį kiekį sulfato, anglies priemaišos iš žaliavų arba redukcinė krosnies terpė yra pakankama aplinka reakcijai vykti. Natrio sulfato kiekis įkrovoje svyruoja plačiose ribose nuo 0,5 iki 2,0 kg kiekvienam šimtui kilogramų smėlio. Palyginimui, naudojant arseno skaidriklių, įkrova būdavo papildoma 40–120 g ar didesniais kiekiais As_2O_3 kiekvienam šimtui kilogramų smėlio. Arsenas buvo naudojamas kartu su salietra (NaNO_3), kuri oksiduoja Ar^{3+} iki Ar^{5+} žemesnėse temperatūrose. Naudojant stibį, skaidriklio buvo dedama 100–500 g kiekvienam šimtui kilogramų smėlio. Tačiau, atsižvelgiant į šių medžiagų pavojingumą aplinkai jos nėra naudojamos [1].

Homogenizacija yra nevielalytės cheminės sudėties stiklo sluoksnių vienodėjimas dėl molekulių difuzijos stiklo lydale ir nevienalyčių stiklo sluoksnių išnykimas. Lydalas homogenizuojasi ir skaidrėja tuo pačiu metu ir toje pačioje temperatūroje, todėl visa tai, kas spartina skaidrėjimą, spartina ir homogenizaciją. Homogenišką lydalą galima gauti, kai įkrovos komponentai smulkiai sumalti ir gerai sumaišyti, t.y. iš vienalytės įkrovos. Tačiau net ir iš vienalytės įkrovos gautas stiklo lydalas būna nevienalytis, nes skiriasi jo atskirų zonų struktūra, cheminė sudėtis bei techninės savybės. Beveik $\frac{3}{4}$ įkrovos sudaro vidutinio dydžio (0,2–0,5 mm) kvarco grūdėliai, kurių paviršiuje vyksta silikatų susidarymo reakcijos. Homogenizacijos metu yra stiklo lydalo gardėlių struktūra, vienodėja jų sudėtis.

Homogenizacijos spartą lemia kylančios iš lydalo dujų pūslės, aukšta temperatūra bei didesnė išlaikymo trukmė, maža lydalo klampa, greitesnė difuzija, mechaninis maišymas ir barbotavimas suslėgtu oru, azotu ar deguonimi. Iki tam tikro laipsnio homogenizaciją spartina skaidrinimo procesas. Kylančios iš lydalo pūslės ištempia pranarų sluoksnius į plonus siūlelius, plonina gardeles ribojančias plėveles, maišo nevienalytę mikrozoną, spartina komponentų difuziją, dėl to vienodėja cheminė sudėtis. Tokių paviršių lietimosi ribose lengviau homogenizuojasi įvairūs stiklo

sluoksniai. Dar intensyviau nei pūslės homogenizaciją spartina lydalo mechaninis maišymas ugniai atspariais maišikliais. Konvekinės lydalo srovės homogenizacijai įtakos neturi, nes jų greitis labai nedidelis [3].

Vėsinimas yra paskutinis stiklo lydymo etapas. Vėsinimo zonoje 200–400 °C sumažinama stiklo lydalo temperatūra, jo klampa pasidaro ne mažesnė kaip 100 Pa·s; didžiausia formuoti tinkama lydalo klampa yra 10^8 Pa·s. Dažniausiai lydalas vėsinamas lėtai ir tolygiai, kad nebūtų pažeistas terminis vienalytiškumas ir nepakistų dujinės terpės sudėtis bei slėgis. Pažeidus sudėties bei slėgio pusiausvyrą, gali susidaryti antrinių pūslelių – spiečiapūslių bei pūslių arba termiškai netinkamas formuoti stiklas. Lydalas greičiau vėsta, kai lydkrosnėse įrengiamos įvairios lydalo arba dujinės ertmės pertvaros, kurios sumažina konvekcines sroves ir riboja šilumos perdavimą iš lydyklos į vėsyklą. Tam tikslui įrengiami prataakai, slenksčiai, ekranai, persmaukos, vandens aušintuvai, pažeminamas skliautas ir pan. Pažeidus lydalo terminį vienalytiškumą, sutrinka formavimo mašinų darbas, o gaminiai formuojami nevienodo sienelių storio. Formavimo temperatūroje stiklas laikomas trumpai, nes ilgai laikomas gali pradėti kristalizuotis. Lydant kai kuriuos spalvotuosius stiklus, taikomas specialus vėsinimo režimas, kartais lydkrosnėje net visiškai nutraukiamas degimas [3].

4.5. Stiklo lydymo lydkrosnių parametrų analizė

Stiklo įkrova gali būti lydoma greičiau ar lėčiau, aukštesnėje ar žemesnėje temperatūroje ir gali reikalausti didesnio ar mažesnio šilumos kiekio stiklo formavimo reakcijoms vykti, priklausomai nuo šių parametrų:

- Stiklo sudėties;
- Žaliavų parinkimo ir jų dalelių dydžio;
- Krosnies konstrukcijos ir žaliavų tiekimo sistemos [1].

Stiklo lydymosi etapą sudaro sudėtingi cheminiai ir fizikiniai reiškiniai. Didelis energijos kiekis, viršijantis 2,7 MJ/kg termodinaminę energiją reikalingas lydant įprastinės sudėties silikatinį stiklą. Iš 1,2 kg įkrovos žaliavų, susidaro 1 kg stiklo lydalo, tuo tarpu likę 0,2 kg tampa dujinėmis išlakomis, dažniausiai CO₂. Šis nemažas kiekis susidarančių dujų turi didelę įtaką stiklo skaidrumui. Didžioji dalis stiklo dirbinių gaminami lydant įkrovą degimo būdu. Šilumos regeneracija yra didžiausios svarbos procesas, nes degimo metu tik 10 % šilumos sunaudojama lydymui, o 70 % pasišalina su panaudotomis dujomis. Šiluma išsaugoma naudojant regeneratorium, kurie išlaiko ir sugrąžina šilumą į krosnį maždaug kas 20 minučių. Dažniausiai regeneratoriai išdėstomi lydymo krosnies šonuose arba jos gale, jei naudojama pasaginės liepsnos krosnis. Regeneratoriai sudaryti iš didelės šiluminės talpos refraktorių, kurie pakaitomis sukaupia energiją

arba atiduoda šiltą orą atgal į aktyvius degiklius. Galimi dideli terminiai netolygumai egzistuoja, nes stiklo įkrova į krosnį paduodama palaipsniui. Dėl šios priežasties, lydalo paviršiuje sudaromi du pagrindiniai konvekciniai srautai – vienas lydymo zonoje, kitas skaidrinimo. Taip lydymo zona atskiriama nuo skaidrinimo. Dažniausiai tai pasiekama krosnies dugne įrengiant slenkstį. Priešingai nei lydalo masėje, šiluminė energija tarp krosnies stogo ir lydalo paviršiaus perduodama radiaciniu būdu [8]. Dėl šių priežasčių ypač svarbu parinkti tinkamą lydkrosnę ir jos parametrus.

Pastaruoju metu naudojamos liepsninės, liepsninės-elektrinės ir elektrinės lydkrosnės. Stiklas jose lydomas maždaug 1500–1600 °C temperatūroje. Plačiausiai paplitusios tolydinės (voninės) ir periodinio veikimo lydkrosnės. Pagal baseino sandarą jos skirstomos į tiglines ir vonines, o pagal dujų ir oro mišinio kaitinimo būdą į regeneratorines, rekuperatorines ir tiesioginio kaitinimo. Tolydinėse lydkrosnėse visi lydymo procesai vyksta tuo pačiu metu, bet skirtingose krosnies baseino plotuose, o periodinėse – vienas paskui kitą tame pačiame baseino plote bei tūryje. Voninės regeneratorinės lydkrosnės, pagal liepsnos judėjimo kryptį skirstomos į skersines, pasagines ir išilgines liepsnos, o rekuperatorinės – į pasagines, išilgines pasrovinės, išilgines priešsrovinės, skersinės ir kombinuotos liepsnos lydkrosnes. Lydkrosnės baseino konstrukcija gali būti atvira arba su pratau [6].

Pasaginės liepsnos rekuperatorinėse lydkrosnėse liepsnos kryptis nekeičiama. Mažose rekuperatorinėse pasaginės liepsnos lydkrosnėse liepsnos kryptis vertikali, didelėse – horizontali. Vertikalios pasaginės liepsnos lydkrosnėse įrengiamas dvigubas skliautas lydyklos priekyje – rekuperatorius, o priekinėje paskliautės sienoje – degikliai. Skaidrinimo zonos pabaigoje jis lanku pasisuka vertikaliai į viršų, ir dūmai tarp-skliautine ertme nutraukiami į rekuperatorių [9].

Skersinės liepsnos rekuperatorinėse lydkrosnėse degikliai yra dešiniojoje ir kairiojoje paskliautės sienose, todėl reguliuoti dujinės terpės temperatūrą yra lengviau.

Pasaginės liepsnos regeneratorinės lydkrosnės priekinėje paskliautės sienoje įrengti du dujų degikliai, o prieš ją – regeneratoriai. Iš vieno degiklio eina liepsnos fakelas, kitu į regeneratorių nutraukiami dūmai. Liepsnos kryptis keičiama kas pusvalandį. Regeneratorinės pasaginės liepsnos lydkrosnės yra mažesnės, jų konstrukcija paprastesnė, lydalui ekonomiškiau perduodama šiluma ir mažiau negu skersinės liepsnos lydkrosnėse jos išspinduliuojama į aplinką. Įkrova berama pro šoninėse sienose įrengtas rykles. Mažos ir vidutinio našumo lydkrosnėse yra tik viena ryklė, našesnėse – kelios. Įkrova į lydyklą tiekama liepsnos kryptimi. Pasaginės liepsnos lydkrosnės yra 2–6 m pločio ir iki 15 m ilgio, jų ilgio ir pločio santykis 2:1, o lydymo baseino plotas iki 100 m² [9].

Skersinės liepsnos regeneratorinės lydkrosnės yra našios, jų lydyklos plotas dažniausiai būna didesnis kaip 70 m². Regeneratoriai montuojami prie abiejų lydyklos sienų, degikliai

įrengiami vienas priešais kitą abiejose šoninėse paskliautės sienose, įkrovos tiekimo ryklė – priekinėje sienoje, o formavimo arba aušyklos baseinai – lydkrosnės gale. Liepsna iš viename lydkrosnės šone įrengtų degiklių sklinda statmenai lydyklos išilginei ašiai, dūmai į regeneratorių nutraukiami per priešingoje paskliautės sienoje įrengtus degiklius. Skersinės liepsnos lydkronės lydyklos baseino ilgis siekia 5–30 m, jame įrengta daug degiklių. Lydyklos baseino ilgio ir pločio santykis 4:1. Ryklė yra beveik lydyklos pločio, todėl įkrova tiekama per visą lydyklos baseino plotį.

Tiesioginio kaitinimo lydkrosnės dažniausiai naudojamos taros ir rūšinio stiklo gamybai, nes yra ekonomiškos ir paprastos konstrukcijos. Kadangi šiose krosnyse nėra regeneratorių, o kartais rekuperatorių, jos yra kompaktiškesnės ir pigesnės. Kuras tiekiamas per abiejose lydyklos paskliautės sienų pusėse įrengtus degiklius, įkrova – pro šoninėje sienoje esančią ryklę. Liepsnos kryptis nekeičiama. Degikliai išdėstyti per visą lydkrosnės ilgį šoninėse sienose. Lydkrosnės kūrenamos gamtinėmis dujomis arba skystuoju kuru. Degimo produktai lydalo paviršiumi juda priešinga įkrovos bėrimui kryptimi, ją šildo ir pašalinami įkrovos tiekimo pusėje. Dėl šios priežasties lakūs įkrovos produktai nusėda ant lydyklos paskliautės ir ji mažiau dėvisi. Įrengiama lydyklos baseino ir skliauto šiluminė izoliacija. Tokio tipo lydkrosnės baseinas yra stačiakampio formos, jo ilgis 6–15 m, plotis 1,5–3 m, o gylis 0,6–0,9 m, temperatūra siekia iki 1600 °C.

Elektrinės lydkrosnės būna varžinės ir indukcinės. Indukcinėse lydomas mažas specialios paskirties stiklo kiekis. Varžinės elektrinės lydkrosnės būna tiesioginio ir netiesioginio kaitinimo. Pagal lydalo judėjimo kryptį ir lydkrosnės konstrukciją tiesioginio kaitinimo varžinės lydkrosnės būna su šilta ir su karšta paskliaute [9].

Liepsninės-elektrinės lydkrosnėse elektros suteikta papildoma šiluma padidina lydkrosnės našumą ir pagerina lydalo kokybę. Šių lydkrosnių konstrukcija tokia pati kaip liepsninių, tik jų baseino aukščiausios temperatūros ir kitose zonose įrengti elektrodai. Pastarųjų išskirta šiluma papildomai kaitina baseine susidariusį lydalą ir suaktyvina įkrovos tiekiamąsias konvekcines sroves. Lydkrosnės pade įmontavus vertikaliuosius elektrodus, suintensyvėjusios kylančios konvekcinės srovės trukdo į formavimo baseiną patekti nevysiškai išsilydžiusiam lydalui. Įkrovos tiekiamos konvekcinės srovės perduoda papildomą šilumą apatiniam įkrovos sluoksniui, kurį kartu šildo ir baseino lydalas, todėl padidėja lydkrosnės našumas, paspartėja stiklodara. Kartais lydkrosnėse šilumos srautui padidinti po įkrovos sluoksniu įrengiami papildomi horizontalieji elektrodai. Aukščiausios temperatūros zonoje, pade, įmontuoti dvieiliai molibdeno elektrodai, sąlygoja šiluminio barjero susidarymą, kuris trukdo prasiskverbti neišlydytam lydalui į formavimo baseiną, suintensyvina konvekcines sroves, dėl to lydalas geriau homogenizuojasi. Liepsninių-elektrinių lydkrosnių našumas yra 30–100 % didesnis nei liepsninių.

4.6. Stiklo taros formavimo būdų apžvalga

Stiklo tara gali būti formuojama daugeliu būdu:

- Presavimo – įvairūs indai, lęšiai;
- Išcentrinio liejimo (sukimo) – įvairūs indai, lęšiai;
- Pūtimo-pūtimo – buteliai, stiklainiai;
- Presavimo-pūtimo – buteliai, taurės, lemputės;
- Presavimo-pūtimo-sukimo – taurės, laboratorinė įranga.

Stiklo lydalo lašą formuoja lašotiekis ir fiderio mechanizmas. Lydalui pasiekus reikiamą temperatūrą bei vientisumą, karštas lydalo lašas perduodamas iš krosnies į formavimo įrenginius per lovio formos lašotiekius. Lašotiekį sudaro: ugniai atsparios medžiagos, dujų degimo, lašotiekio vėsinimo sistemos, temperatūros automatinio reguliavimo ir matavimo sistema. Fiderio mechanizmą sudaro: fiderio pavara, plunžerio mechanizmas, cilindro sukimo mechanizmas, akutės tvirtinimo įrenginys, kirpimo mechanizmas, žirklių aušinimo sistema, tepimo sistema. Lašotiekiai reguliuoja tokius parametrus kaip lašo masė, temperatūra bei forma, kurie įtakoja tolesnio gaminio savybes. Lašotiekiai sudaryti iš plunžerio, kuris išstumia lydalą nuo angos ir žirklių, kurios nukerta reikiamo kiekio lašą. Sąlytyje su žirkklėmis, mažėja lydalo lašo temperatūra, ko pasekoje didėja jo klampa. Grįždamas į pradinę padėtį plunžeris įtraukia stiklo lydalą, taip neleisdamas jam savaime ištekti. Formavimo metu, šiluma iš stiklo perduodama formai. Dėl šios priežasties, formos turi būti pagamintos iš geros šilumai laidžios medžiagos su tolygiai suteptu paviršiumi. Šios savybės įtakoja stiklo formavimą ir išorinio gaminio paviršiaus kokybę [8].

Stiklo lašų tiektuvo darbui reikalingas sausas švarus 2,1 mbar slėgio suspaustas oras. Kanale yra trys sekcijos, kuriose degimui skirtu dujų-oro kiekis reguliuojamas automatinio būdu. Stiklo lydalas iš krosnies darbo dalies patenka į lašotiekį, kuriame įgauna reikiamą temperatūrą ir klampą. Stiklo lydalas formavimo dalyje maišomas ugniai atspariu cilindru. Stiklo lašą formuoja plunžeris, judėdamas aukštyn-žemyn vertikalia ašimi, išspausdamas stiklą pro akutę. Po akute sumontuotos žirklių nukerpa stiklo lašą. Žirklių aušinimui naudojamas „Acmos 46-41-3” 10 % vandens tirpalas. Stiklo lašo forma ir svoris reguliuojami cilindro ir plunžerio padėtimi, plunžerio eiga, plunžerio spaudimo jėga, akutės ir plunžerio geometriniais matmenimis, bei stiklo lydalo temperatūra. Temperatūrinis režimas lašotiekyje reguliuojamas kompiuteriu iš pultinės [2].

Pagal gaminių formavimo būdą mašinos skirstomos į presavimo-pūtimo, kai ruošinio formoje supresuojamas ruošinys, paskui iš jo gaminio formoje išpučiamas gaminys, ir pūtimo-pūtimo, kai suslėgtu oru ruošinio formoje išpučiamas ruošinys, paskui gaminio formoje – gaminys. Formos

gaminamos ir pilkojo ketaus bei legiruotojo plieno. Jos gali būti vienvietės, dvivietės ir trivietės. Ruošinio formos montuojamos ant ruošinio mašinos stalo, gaminio – ant gaminio stalo [6].

Siaurakaklė stilinė tara dažniausiai formuojama presavimo-pūtimo arba pūtimo-pūtimo būdu. Tam naudojamos trys formos: pusgaminio formavimo, gaminio formavimo ir galvutės arba kaklelio formavimo. Formuojant gaminius presavimo-pūtimo būdu naudojamos formos sudarytos iš dviejų dalių, kurios atsiveria leisdamos įkristi lydalo lašui ir dujoms. Į formą įkritęs lydalo lašas pirmiausia presavimo būdu suformuojamas į pusgaminį, kuris toliau tiekiamas į sekančią formą, kurioje iš jo išpučiamas gaminys. Vėliau gaminys perduodamas ant plokštelinio transporterio, atkaitinamas ir apdorojamas reikiamomis dangomis. Atkaitinimo metu iš gaminio pašalinami formavimo metu susidarę įtempiai, kuriuos lemia staigus temperatūros pokytis. Formuojant gaminius presavimo-pūtimo būdu yra lengviau kontroliuoti gaminio formą ir stiklo pasiskirstymą formoje, nei formuojant pūtimo-pūtimo būdu. Lengvesnės, paprastesnės formos gaminiai dažniausiai formuojami presavimo-pūtimo būdu, tuo tarpu sudėtingesni, sunkesni gaminiai formuojami pūtimo-pūtimo būdu. Tačiau formuojant presavimo-pūtimo būdu galimi plunžerio sukelti vidiniai gaminio pažeidimai, todėl formų tepimas yra būtinas[8].

Pagal technologinio formavimo proceso vyksmo kryptį mašinos būna trijų tipų: karuselinės, sekcinės ir konvejerinės [6].

Karuselinės formavimo mašinos turi du taros formavimo stalus (ruošinių ir gaminių) bei juos sukančius įrenginius. Šios mašinos gali būti ciklinės – jų stalai, formuojant gaminius, sukasi apie centrinę koloną cikliška, periodiškai stabteldami ir rotacinės – su tolygiai besisukančiais stalais.

Karuselinėms formavimo mašinoms būdinga tai, kad stiklo lašai į formas krenta tiesiogiai iš lašotiekio akutės. Stalams sukantis po lašotiekio akute paeiliui praeina visos ruošinio formos. Dėl to šių formavimo mašinų konstrukcija yra pakankamai kompaktinė ir jas galima naudoti žemuose statiniuose. Šiose formavimo mašinose gali būti 6, 7, 8, 10 ar 12 formų. Formos būna vienvietės arba dvivietės.

Mechanizuotai buteliai pradėti gaminti karuselinėmis ciklinėmis formavimo mašinomis. Nors pastarosios mašinos buvo nuolat tobulinamos, tačiau jų našumas išliko per mažas. Esminė kliūtis, neleidžianti ženkliai padidinti įrenginio našumo, yra privalomas stalo stabdymas prieš kiekvieną stiklo lašo paėmimą. Technologinės operacijos vyksta pauzių metu. Dėl ciklinio stalų sukimosi susidaro didelės inercinės apkrovos, kurios mažina įrenginio ilgaamžiškumą ir patikimumą.

Karuselinėje rotacinėje pūtimo-pūtimo mašinoje galima pūsti kelių skirtingų formų, bet vienodos masės gaminius. Stalo viršuje sumontuoti piltuvėliai ir dvivietės arba vienvietės ruošinio

formos, po jomis pasukamosios galvučių formos, o stalo apačioje, po ruošinio formomis – gaminio formos.

Esminiu karuselinių automatų trūkumu yra tai, kad sugedus vienam įrenginio mazgui, formavimo mašina yra stabdoma. Šiuo metu šio tipo mašinos praktiškai nenaudojamos.

IS tipo sekcinėmis formavimo mašinomis formuojama siauragurklė ir plačiagurklė tara. Formavimo mašiną sudaro 6, 8, 10, 12 ar 16 tiesia linija sumontuotų sekcijų. Kiekviena sekcija – tai savarankiška formavimo mašina, sujungta į bendrą formavimo mašinos kompleksą.

Sekcinės formavimo mašinos pranašesnės už karuselines, dėl didesnio jų panaudojimo koeficiento. Kiekviena sekcija dirba savarankiškai, todėl jas galima atskirai išjungti ir įjungti nestabdant kitų sekcijų; kiekviena sekcija vienu metu gali formuoti vienodos masės ir formavimo trukmės skirtingos talpos bei formos gaminius; mašinoje nėra sukamųjų stalų, todėl nevartojama energija jiems sukti ir stabdyti; lengvai ir saugiai aptarnaujama, nes yra mažai greitai dylančių detalių; po vienu lašotiekiu gali dirbti dvi formavimo mašinos – taip labai padidinamas linijos našumas.

Iš trūkumų pažymėtinas didelis jų aukštis, todėl reikia aukštai pakelti nuo grindų stilko veidrodžio paviršių: formuojant IS-6 mašinomis, šis lygis siekia 4,4–4,6 m, IS-8 mašinomis – 4,5–4,8 m. Lašai į ruošinio formą patenka latakų sistema, dėl to jie vėsta nevienodai.

Formavimo mašinos žymimos taip: IS-8, IS-10, IS-10-2, IS-10-3, IS-10-4 ir kt. Raidės IS rodo mašinos markę, pirmieji skaičiai – sekcijų skaičių, antrieji vietų skaičių formoje. Šiuo principu dirbančios mašinos gaminamos keliose šalyse, todėl jos žymimos skirtingai. Šiomis mašinomis gali būti išpučiami vienodo sienelių storio plonasieniai gaminiai su pilnavidurėmis rankenomis. Visų minėtųjų mašinų ruošinio formos montuojamos arčiau lydkrosnės, gaminio formos – toliau. Mašinos universalios. Jos formuoja įvairios formos ir dydžio gaminius. Norimos talpos gaminiui formuoti mašinos parenkamos pagal coliais išreikštą atstumą tarp ruošinio ir gaminio formų centrų.

Siauragurklės taros ruošinys ir gaminys pučiami arba ruošinys presuojamas, o gaminys pučiamas. Plačiagurklės taros ruošinys presuojamas, o gaminys pučiamas. Gaminius formuojant pūtimo-pūtimo metodu lydalo lašas per piltuvėlį įkrinta į apverstą dugnu į viršų ruošinio formą, kurios apačioje yra galvutės forma ir plunžeris. Įkritus lašui į ruošinio formą, piltuvėlį pakeičia dugnelis, pro kurį leidžiamas suslėgtas oras, kad lydalas užpildytų galvutės formą. Paskui iš apačios į ruošinio formą tiekiamas oras išpučia dugneliu į viršų apverstą ruošinį. Šio etapo metu, plunžeris būna nusileidęs žemyn. Dugneliui pakilus, pasisukus į šoną ir atsidarius ruošinio formai, svirtis, pasisukdama 180° kampu, apverčia ruošinį galvute į viršų ir perkelia ruošinį su galvutės

forma į atsidariusią gaminio formą. Gaminio forma užsidaro, o atsidariusią galvutės formą svirtis grąžina į pradinę padėtį. Ant gaminio galvutės nusileidžia pūtimo galvutė ir pro ją išpučiamas gaminys. Pučiant gaminį, prie gaminio formos dugnelio dažnai prijungiamas vakuumas. Išpūtus gaminį, pūtimo galvutė pakyla ir pasisuka į šoną. Atsidarius gaminio formai, griežtai pakelia gaminį iš formos ant vėsavimo stalo. Nuo jo gaminys nustumiamas ant transporterio, gabenančio į atkaitinimo krosnį.

Gaminius formuojant presavimo-pūtimo metodu gaminio galvutė ir ruošinys iš karto presuojami ruošinio ir gaminio galvutės formoje, o gaminys išpučiamas gaminio formoje. Iš lašotiekio stiklo lašas krinta į ruošinio formą, joje puansonu supresuojamas panašios į gaminį formos ruošinys ir gaminio galvutė. Ruošinys perkeliamas į gaminio formą ir pūtimo galvute išpučiamas gaminys. Dažniausiai presuojama-pučiama didesnio kaip 30 mm galvutės skersmens, nuo 30 iki 170 mm gaminio skersmens, nuo 50 iki 290 mm aukščio ir nuo 0,1 iki 5 l talpos įvairios paskirties storasienė stiklinė tara. Šiuo metu tokiu būdu yra formuojami siauragurkliai plonasieniai, lengvesni buteliai ir kiti gaminiai.

Pastaruoju metu naudojamos **RIS tipo sekcinės formavimo mašinos** yra labai našios, tačiau tolimesnį jų našumo didinimą riboja išlaikymo gaminio formoje trukmė. Joje tara turi būti papildomai pašildoma, išpučiama ir tam tikrą laiką išlaikoma, kad nesideformuotų perkeliant ant transporterio, gabenančio gaminius į atkaitinimo krosnį. Kiekviena savarankiškai dirbanti RIS mašinos sekcijos ruošinio forma aptarnauja dvi gaminio formas, kurios ant besisukančio stalo sumontuotos į vieną individualią sekciją. Šio tipo formavimo mašinose kelios sekcijos sujungiamos į vieną daugiasekcijinę taros formavimo mašiną, pvz. į 8 individualių besisukančių sekcijų automata. Tokios mašinos našumą galima padidinti iki 25 % formuojant 50 g tarą ir iki 40 % – formuojant 500 g stiklo gaminius. RIS tipo mašinomis gaminius galima formuoti pūtimo-pūtimo bei presavimo-pūtimo metodais.

Konvejerinės mašinos presavimo-pūtimo principu formuoja lengvą siauragurklę arba plačiagurklę tarą. Šios mašinos gali dirbti su vienvietėmis, dvivietėmis arba trivietėmis formomis. Ją sudaro galvučių konvejerine grandine sujungti du stalai: ruošinių ir gaminių. Ruošinių stale yra šešios ruošinio, gaminių stale – dvylika gaminio formų. Mašina dirba normaliu, sudėtingu arba pagreigtu režimu. Norint pakeisti darbo režimą, sutrumpinamas arba pailginamas galvučių formų konvejeris ir atstumas tarp mašinos stalų. Mašinos konvejeris, dirbantis normaliu režimu, turi 36, pagreigtu – 60, sulėtintu – 30 galvučių formų. Kuo mažesnė gaminio masė, tuo didesnis mašinos našumas. Jis gali siekti 200–600 vnt./min.

Iš neigiamų aspektų galima paminėti tai, kad plonasienė tara yra silpnesnė už įprasto storio ir jos pakartotinai naudoti negalima. Mašina yra sudėtinga ir masyvi. Sunku parinkti optimalią

gaminų nomenklatūrą ir pasiekti, kad mašina ilgesnį laiką dirbtų stabiliai. Vis dėlto iš principo nauja rotacinė konvejerinė mašina gana naši ir perspektyvi lengvai stiklinei tarai gaminti.

4.7. Stiklo taros stiprinimo būdų analizė

Dėl įvairių aplinkinių kūnų, pilstymo ir plovimo linijų įrenginių poveikio taros atsparumas smūgiui sumažėja net iki 50 % ir daugiau. Norint, kad stiklo gaminiai ilgiau išliktų stiprūs net sumažėjus jų masei, jie yra stiprinami įvairiais būdais: termiškai poliruojant, grūdinant, padengiant paviršiaus metalų oksidine danga arba dviem dangomis, taikant jonų mainus, pašalinant šarmus iš paviršiaus ir chemiškai ėsdinant.

Atkaitinant neišnyksta gaminio galvutėje bei korpuse esančios smulkios įtrūkės, todėl mechaninis jo stiprumas padidinamas prieš atkaitinimą termiškai poliruojant gaminio galvutę ir petelius ant formavimo mašinos konvejerio. Termiškai poliruojant apsilydo smulkios įtrūkės, todėl padidėja gaminio stiprumas ir pagerėja jo išvaizda. Poliruojama aštria bespalve liepsna, tiekiant į degiklius deguonį ir pašildytą orą.

Gaminų stiprinimas grūdinimu nepaplitęs dėl skirtingos gaminų formos. Bandyta gaminti pusiau grūdintus stiklainius, kuriose susidaro palyginti nedideli, vienodai pasiskirstę įtempimai. Šio grūdinimo technologinis režimas priklauso nuo gaminio sienelių storio. Gaminiai, kurių sienelių storis 3–5 mm, grūdinami tokiu režimu: per 2–3 min įkaitinami iki grūdinimo (~700 °C) temperatūros, paskui per 30–60 s staigiai ataušinami iki 250–300 °C temperatūros. Taip grūdinti gaminiai mechaniškai stipresni ir termiškai atsparesni negu gerai atkaitinti, o pažeisti sutrūksta nebūdingomis grūdinam stiklui duženomis.

Kartais paviršinis gaminų sluoksnelis pusiau užgrūdinamas tiesiog atkaitinimo krosnyse. Jose gaminiai ilgiau išlaikomi temperatūros suvienodinimo (Na-Ca-Si stiklas 520 °C) zonoje, kitoje sekcijoje temperatūra staigiai sumažinama iki 450 °C. Tolesnis atkaitinimas atitinka įprastinę atkaitinimo temperatūrinę kreivę. Taip užgrūdinamas tik paviršinis mikrosluoksnelis, visa kita gaminio masė lieka atkaitinta [6].

Dažniausiai taros eksploatacinės savybės gerinamos paviršine metalo oksidine danga arba dviem dangomis. Paviršiaus dengimas atitinkamos medžiagos reikalingas norint apsaugoti gaminio nuo išorinių mechaninių pažeidimų. Pirmiausia, gaminiai dengiami aukštesnėje temperatūroje, taip vadinami karšto galo dengimai, vykstantis ~ 500 °C temperatūroje. Karšto galo danga yra maždaug 10 nm storio kieta medžiaga, dažniausiai alavo oksidas (SnO₂) ar titano oksidas (TiO₂), kurie gaunami iš alavo tetrachlorido arba titano tetrachlorido. Šia danga gaminiai dengiami tuoj pat po formavimo, kol jų paviršiaus temperatūra yra pakankamai aukšta. Karšto galo danga suteikia pakankamą sukibimą ir stiprumą, taip sumažindama galimus tolesnius kontaktinius

pažeidimus. Toliau gaminiai dengiami šaltojo galo danga – 50 nm storio organinės medžiagos, dažniausiai silicio organiniais junginiais (polioksietileno monostearato vandenių tirpalu) sluoksniu, kuris išpurškiamas iš praskiestos vandeninės emulsijos. Ši danga dengiama, kai gaminio temperatūra maždaug 150 °C, po atkaitymo proceso. Ši temperatūra yra kritinė, nes esant aukštesnei susidaro anhidritinė plėvelė, kuri išsisluoksniuoja [8].

Dangos pakeičia stiklo paviršinio sluoksnio savybes ir pagerina gaminių mechaninius rodiklius: apie 3–5 kartus padidėja gaminių paviršiaus hidroskopiškumas, jis pasidaro atsparesnis aktyvios aplinkos, ypač drėgmės, poveikiui, susidaręs 1 μm storio metalo oksidinės ir silicio organinių junginių plėvelės protektorinis sluoksnis saugo gaminį nuo aplinkoje esančių abrazyvinių kūnų, padidina stiklo stiprumą statinėms ir dinaminėms apkrovoms ir įbrėžimui.

Metallų oksidinė danga susidaro skylant metallų junginiams įkaitinto gaminio paviršiuje, temperatūroje, aukštesnėje už atitinkamo junginio pirolizės temperatūrą. Pirolizės metu junginiai skaidosi, susidarę metalo oksidai įsiterpia į gaminio paviršių, todėl jame susidaro gniuždymo įtempiai. Gaminiai dengiami plėvele ant transporterio gabenančio juos į atkaitinimo krosnį, specialiai įrengtoje kameroje. Antra danga dengiami tie patys gaminiai išėję iš atkaitinimo krosnies. Jie iš viršaus ir apačios vienu ar keliais judančiais purkštuvais apipurškiami silicio organinio skysčio vandenine emulsija arba polioksietileno monostearato vandeniniu tirpalu. Silicio organinių junginių skystis gerai įsiskverbia į mikroplyšelius, polimerizuojasi ir dėl susidariusių silicio oksido siloksaninių ryšių sukietėjusi plėvelė stipriai susijungia su gaminio paviršiumi. Ši silicio organinė plėvelė sustiprina gaminį, padidina slydimo koeficientą, sumažina trintį, saugo jo paviršių nuo mechaninio ir cheminio poveikio. Skaidrios butelių dangos, prie kurių gerai prilimpa kazeino klijais pateptos popierinės etiketės, gaunamos, 65–140 °C temperatūros butelių išorinį paviršių padengus minkštu vandenių praskiesta modifikuota polietileno baltos spalvos dispersine emulsija, sudaryta iš 1 dalies polietileno tirpalo ir 100 dalių vandens. Kietas vanduo netinka, nes nusėdusios ant gaminio vandenyje esančios druskos sudaro dangos dėmes. Tirpalas turi būti saugomas, kad neužšaltų, nes užšalant suyra koloidinė emulsija ir tirpalas sugenda.

Silicio organinė danga yra labai hidrofobinė, bet neatspari mechaniniam ir cheminiam poveikiui, todėl tinka tik vienkartiniam naudojimui. Tuo tarpu, metallų oksidinė danga atspari trinčiai bei cheminiam poveikiui, ji padidina gaminio stiprumą 20–25 %.

Gaminius taip pat galima stiprinti jonų mainų pagalba arba šalinant šarmus iš stiklo paviršiaus. Jonų mainais galima apdoroti bet kokios formos gaminius, tačiau tai brangus ir ilgai trunkantis procesas. Šarmų šalinimas iš stiklo paviršiaus susijęs su jonų mainų reakcija gaminio paviršiuje, kurios metu iš stiklo paviršiaus pasišalina šarminiai oksidai ir jame pagausėja SiO₂.

4.8. Stiklo taros atkaitinimo teoriniai pagrindai

Greitai vėsinant aukštoje temperatūroje suformuotą stiklo gaminį, tarp išorinių ir vidinių jo sluoksnių susidaro temperatūros skirtumas ir nevienodai pasiskirsto vidiniai įtempimai. Atkaitinimu vadinamas gaminio šiluminio apdorojimo būdas (lėtas aušinimas), taikomas vidiniams įtempiams pašalinti arba jiems sumažinti iki leistinųjų, kad gaminiai ilgai ir patikimai galėtų būti eksploatuojami [3]. Vidiniai gaminio įtempimai tuo didesni, kuo staigiau aušinamas ir kuo aukštesnės temperatūros aušinamas gaminytis. Atkaitinimo režimas ribojamas aukštutiniu ir žemutiniu atkaitinimo temperatūros intervalu, kuriame gali atsirasti arba išnykti įtempimai. Šis intervalas priklauso nuo stiklo cheminės sudėties, jo savybių, gaminio formos, sienelių storio, formavimo bei tolesnio apdorojimo sąlygų ir atkaitinimo krosnies konstrukcinių ypatumų. Aukštutinė atkaitinimo temperatūra yra ta, kurioje gaminytis, būdamas 10^{12} Pa·s klampos, dar nesideformuoja ir per 3 min išnyksta 95 % įtempimų. Žemutinė atkaitinimo temperatūra laikoma ta, kurioje stiklas būna $10^{13,5}$ Pa·s klampos ir jame per 3 min išnyksta 5 % įtempimų. Paprastai gaminiai atkaitinami temperatūroje, 20–30 °C žemesnėje už aukštutinę atkaitinimo temperatūrą.

Atkaitinimo krosnyje skiriamos keturios technologinės atkaitinimo zonos: įkaitinimo, išlaikymo, lėto ir greito vėsinimo. Kiekvienos atkaitinimo stadijos parametrai, tokie kaip temperatūra, trukmė ar aušinimo greitis, parenkami pagal kiekvienam konkrečiam gaminiui leistinus įtempius. Pirmojoje atkaitinimo stadijoje gaminiai įkaitinami arba ataušinami iki aukščiausios atkaitinimo temperatūros. Antrojoje stadijoje gaminiai išlaikomi aukščiausioje atkaitinimo temperatūroje. Išlaikymo šioje temperatūroje trukmė priklauso nuo gaminio įkaitinimo temperatūros ir jo sienelių storio. Trečioje stadijoje gaminiai lėtai aušinami nuo aukščiausios iki žemiausios atkaitinimo temperatūros. Tai labai svarbi stadija, nes jos metu gaminyje iš naujo gali susidaryti nuolatiniai įtempimai. Ketvirtojoje stadijoje gaminiai greitai aušinami nuo žemiausios atkaitinimo temperatūros iki aplinkos temperatūros 10–60 °C/min greičiu [3].

Atkaitinimo krosnys pagal darbo režimą skirstomos į periodines ir tolydines. Jos gali būti šildomos gamtinėmis dujomis, skystu kuru arba elektros energija. Pagal šilumos perdavimo būdą skirstomos į tunelines, mufelines ir elektrines. Dažniausiai naudojamos konvencinės atkaitinimo krosnys, nes jų tunelio skerspjūvyje vienodžiausiai pasiskirsto temperatūra. Gaminiai jose gali judėti įvairiai, tiek vertikalia, tiek horizontalia kryptimi, vagonėliais ar konvejeriais. Visų atkaitinimo krosnių konstrukcija panaši, skiriasi tik jų ilgis, plotis, našumas, šildymo ir kai kurie kiti įrenginiai, tačiau joms keliama itin aukšti reikalavimai. Jose privalu laikytis temperatūrinio režimo, o konstrukcija turi būti tokia, kad mufelio ilgyje temperatūra atitiktų atkaitinimo kreivę, o skerspjūvyje būtų vienodai paskirstoma ir tiksliai reguliuojama [6].

Periodinės atkaitinimo krosnys naudojamos mažaserijinėje gamyboje, stambiems, storiems gaminiams, reljefinio vitražo elementams arba optiniam stiklui atkaitinti. Tokios krosnys nėra našios.

Tolydinėse horizontaliose krosnyse karšti gaminiai per priekinę angą nuolat kraunami ant tinklinės juostos ir kartu su ja judėdami pamažu pereina visas išilgai krosnies išsidėsčiusias žemėjančios temperatūros zonas ir iš lėto ataušta. Išėję iš tunelio gaminiai baigia aušti ant atviro transporterio, paskui rūšiuojami ir pakuojami. Šio tipo krosnys našesnės nei periodinio veikimo, atkaitinimo procesą nesunku automatizuoti, gaminio vienetai sunaudojama gerokai mažiau kuro, tiksliau reguliuojama atkaitinimo temperatūra.

Tunelinėje tiesioginio atkaitinimo krosnyje gaminiai liečiasi su degimo produktais, o šiluma jiems perduodama spinduliavimu ir konvekcija. Pagrindinis jų trūkumas – nevienodas temperatūros pasiskirstymas tunelio skerspjūvyje ir ilgyje, todėl šios krosnys nebenaudojamos.

Mufelinėse atkaitinimo krosnyse gaminiai nesiliečia su degimo produktais, o šiluma gaminiams perduodama per mufelio sienes. Mufelyje temperatūra pasiskirsto vienodžiau, o išilgai jo galima sudaryti reikiamą atkaitinimo temperatūrinį režimą. Mufelio ertmę ir jame esančius gaminius šildo pado kanalais į kaminą traukiami dūmai. Jo ilgyje temperatūra reguliuojama į pado kanalais traukiamus dūmus įsiurbiant ir vėsinimo zonos sklauto kanalais ventiliatoriumi traukiant aplinkos orą. Į tokią krosnį tinklinė juosta patenka atvėsusi, nes su gaminiams juda tuneliu, o tuščia grįžta jo apačia. Vientinių gaminių atkaitinimo krosnies tinklinės juostos plotis būna 1,1–1,8 m ir didesnis, tunelio ilgis 18–24 m ir didesnis, bendras ilgis – 23–28 m ir didesnis.

Tobulesnės yra **cirkuliacinės konvekcinės atkaitinimo krosnys**. Jos taip pat mufelinės, bet jų mufelyje temperatūra horizontalia ir vertikalioje kryptimi suvienodinama priverstinai cirkuliuojančiu oru ir intensyviais konvekciniams šilumos mainams. Dėl jų mufelio viršaus ir apačios temperatūra skiriasi ne daugiau kaip 5 °C. Įkaitinimo, išlaikymo ir lėto vėsinimo zonų šoninių sienų vidiniuose kanaluose įrengti specialūs kaitintuvai. Jie šildo mufelyje cirkuliuojantį orą. Orą cirkuliaciją krosnyje reguliuoja ventiliatoriai. Išėję iš mufelio gaminiai galutinai atvėsta apipučiant oru.

Patogiausios ir lengviausios naudojamos **elektrinės atkaitinimo krosnys**, jose atkaitinimo režimas automatizuotas, todėl tiksliau reguliuojamas. Krosnys šildomos elektriniais varžiniais kaitinimo elementais. Gaminius tuneliu transportuoja ne tinklinė juosta, o ritinėliai.

4.9. Gaminių kokybės tikrinimo įrenginiai

Labai padidėjus formavimo mašinų našumui, gaminių kokybei tikrinti diegiamos automatizuotos ir kompiuterizuotos kokybės tikrinimo linijos. Jos skiriamos į dvi dalis: karštąją ir šaltąją. Karštajai daliai priskiriami gaminių kokybės tikrinimo įrenginiai, sumontuoti nuo formavimo mašinos iki atkaitimo krosnies tunelio pabaigos, šaltajai daliai – įrenginiai nuo atkaitinimo krosnies tunelio pabaigos iki gaminių pakavimo. Šie įrenginiai patikrina visus linijoje pagamintus gaminius, nekokybiškus išmeta iš linijos ant duženų transporterio ir grąžina perlydyti.

Atkaitinimo krosnies šaltame gale rankiniu būdu tikrinamas butelių svoris ir geometriniai matmenys kalibrais pagal atitinkamus standartus. Iš atkaitinimo krosnies buteliai patenka ant skersinio plokštelinio konvejerio ir, slenkant jiems pro pirmąjį ekraną, patikrinami vizualiai. Esant avariniam atvejui, galima naudoti sukaupimo stalą. Kontrolės mašina CIM butelius tikrina automatiškai. Buteliai tikrinami vizualiai prie antrojo ekrano [2].

Tam tikrą dalį mechanizuotose linijose patikrintų gaminių techninės kontrolės skyriaus kontrolieriai tikrina papildomai, ar jie atitinka standartų reikalavimus. Kokybės kontrolės laboratorijoje tikrinami butelių geometriniai duomenys, atliekami fiziniai-mechaniniai bandymai, pagal atitinkamus standartus. Papildomai techninės kontrolės skyriuje matuojamas uždarų pūslių bei intarpų dydis, skaičiuojama, kiek jų yra gaminyje. Stebima, ar gaminio paviršiuje nėra standarte neleidžiamų atvirų pūslių, giluminių įtrūkų, stiklo prielipų, aštrių siūlių, gilesnių nei 0,5 mm paviršinių įtrūkų, pašalinių intarpų, apie kuriuos yra susidariusios įtrūkės, plovimo priemonėmis nenuplaunamų teršalų ir kitų ydų. Be to, tikrinama gaminio talpa, masė, aukštis, skersmuo, statmenumas, išoriniai ir vidiniai matmenys, stiklo terminis bei cheminis atsparumas ir stiprumas vidiniam slėgiui. Stiklo gaminiai turėtų būti be intarpų ar burbuliukų. Stiklo taros gamyboje leidžiamas maksimalus intarpų kiekis, yra vienas akmenukas vienai tonai lydalo, o maksimalus leidžiamas burbuliukų kiekis – 200 burbuliukų kilogramui lydyto stiklo [1].

4.10. Gamybos niekalas ir priemonės jam šalinti

Gamybinis niekalas susidaro gaminių formavimo bei atkaitinimo metu. Jam surinkti įmonėje naudojami du rūšiavimo stendai ir kontrolės mašina CIM. Iš jos niekalas patenka ant surinkimo transporterio, kuriuo keliauja į žiauninį trupintuvą. Iš trupintuvo stiklo dūžis keliauja į magnetinį separatorių, o iš jo elevatoriumi pakeliamas į stiklo duženų bunkerius. Gamybinio niekalo gali susidaryti ~ 5 % nuo bendro gaminamos produkcijos kiekio ir visas grąžinamas atgal į gamybą, maišant su įkrova.

4.11. Stiklo taros pakavimo linija

Atkaitinti ir patikrinti buteliai nuleistuvu nuleidžiami į pakavimo patalpą pirmajame pastato aukšte. Plokštelineiu transporteriu buteliai keliauja ant paletizatoriaus kaupimo stalo. Nuo jo keltuvas vienu metu pakelia kelias eiles gaminių ir perdeda juos ant medinės paletės į kartoninį įdėklą. Medinių palečių matmenys, pakuotės aukštis ir talpa būna įvairi, priklausomai nuo to, koku būdu gaminiai bus transportuojami tolesniam vartotojui. Dažniausiai naudojami 1,2×0,8 m dydžio medinės paletės ir 1,1–2 m aukščio pakuotės. Prisipildžius vienam kartoniniam įdėklui, ant butelių galvučių dedamas kitas horizontalus, gaminių eiles skiriantis įdėklas ir į jį vėl kraunami gaminiai. Taip prikraunama pilna pakuotė, kuri apvelkama termiškai susitraukiančios polietileninės plėvelės sluoksniu. Apačioje plėvelė pritvirtinama prie padėklo, tuomet paletė patenka į plėvelę termiškai sutraukiantį įrenginį, dažniausiai nedidelė elektrinė krosnelė, į kurią įvežama paletė. Krosnelėje esantis rėmas pakeltas virš grindų 2,5–4 m ir yra nuleidžiamas tik tuomet, kai po juo atvežama paletė. Rėmui leidžiantis žemyn ir kylant aukštyn jame įtaisyti dujų degikliai šildo visus keturis pakuotės šonus. Šildoma plėvelė traukiasi ir tvirtai suspaudžia visus pakuotėje esančius gaminius. Plėvelė susitraukia maždaug per 3 min 200 °C temperatūroje. Rėmui pakilus paletė išvežama iš krosnies ir keliauja į sandėlį.

Buteliai sandėliuojami gatavos produkcijos sandėlyje – uždaroje patalpoje arba pastogėse. Atvirose aikštelėse produkciją leidžiama laikyti ne ilgiau kaip penkis mėnesius.

Buteliai gabenami bet kuriomis transporto priemonėmis pagal krovinių gabenimo taisykles, galiojančias konkrečiai transporto rūšiai ir pagal reikalavimus, numatytus sutartyje su konkrečiais vartotojais.

4.12. Technologinės schemos parinkimas

Remiantis atliktos praktikos AB „Kauno stiklas“ duomenimis ir atlikta stiklo taros gamybos literatūrine analize, pateikiamas parinktas stiklo taros gamybos technologinės linijos ir visų reikalingų įrenginių aprašymas.

Projekte numatyta pagaminti 50 mln. alaus ir 30 mln. putojančio vyno butelių per metus. Remiantis atliktos tiriamojo darbo analizės duomenimis, pasirenkama tokia cheminė stiklo taros sudėtis, %: SiO₂ – 72,0; Al₂O₃ – 2,0; Na₂O – 14,0; CaO – 12,0. Stiklo sudėtyje atsisakoma MgO, kuris visiškai pakeičiamas CaO. Parenkamas įkrovos ir stiklo duženų santykis – 20 : 80 %. Naudojamas dvejetainis prigimties stiklo dūžis, t. y. dūžis, susidaręs iš gamybinio broko bei dūžis, gaunamas iš antrinių žaliavų perdirbimo įmonių. Paruošta įkrova bus tiekama iš įkrovos cecho. Duženos ir įkrova dozuojami svoriniu metodu. Konvejeriu įkrova bei stiklo duženos paduodamos į bunkerius, iš kurių tiekuvai mišinį paskirsto tolygiai stiklo lydymo krosnyje. Įkrovos ir stiklo

duženų tiekimas į krosnį sublokuotas su stiklo lydalo lygio matavimo prietaisu, todėl tiektuvų darbas reguliuojamas automatiškai.

Projektuojama nauja tiesioginio kaitinimo voninė regeneracinė pasaginės liepsnos krosnis. Naujoje krosnyje stiklo masė bus lydoma deginant gamtines dujas bei naudojant dalinį elektrinį kaitinimą. Stiklo lydymo krosnį sudaro baseinas, kuriame yra lydalas, ir erdvinė dalis, kurią sudaro: skliautas, sienos, degikliai. Stiklas lydomas nepertraukiamai. Krosnies našumas – 115 t/parą, iš jų apie 35% gaunama elektriniu kaitinimu. Šio tipo lydkrosnės yra paprastos konstrukcijos, jose ekonomiškiau perduodama šiluma lydymui, mažiau, negu skersinės liepsnos lydkrosnėse, jos išspinduliuojama į aplinką. Dėl ilgo liepsnos kelio, lygaus beveik dvigubam krosnies ilgiui, geriau panaudojama šiluma, esti didesnis naudingumo koeficientas. Įkrova beriama pro šoninėse sienose (viena prieš kitą) įrengtas rykles. Įkrova į lydyklą tiekama liepsnos kryptimi. Pasaginės liepsnos lydkrosnėse regeneratoriai įrengiami krosnies priekyje, skersai vonios išilginės ašies. Regeneratorių pakrovą sudaro tam tikra tvarka be skiedinio briaunomis sukrautos ugniai atsparios plytos. Pakrovos plytų storis priklauso nuo jų atsparumo ugniai bei šilumos mainų intensyvumo. Vertikaliuose regeneratoriuose dūmai leidžiasi iš viršaus žemyn, o šildomas oras kyla iš apačios į viršų. Liepsnos kryptis keičiama kas pusvalandį.

Lydykloje išlydytas lydalas patenka į darbo dalį, kurioje atvėsintas iki reikiamos temperatūros. Taros formavimo aparatams stiklo lydalas tiekiamas dviem Emhart 450 firmos tipo lašotiekiais. Kadangi įmonėje naudojamų lašotiekiečių techninės charakteristikos atitinka visus jiems keliamus reikalavimus, paliekami esami lašotiekiai. Kiekvieno lašotekio gale sumontuoti fideriniai mechanizmai, kurie spaudžia du stiklo lydalo lašus pro akutes ir žirkklėmis juos nukerpa. Lašai dviem lašų paskirstytuvais patenka į dvi formavimo mašinas. Vienoje gamybos linijoje dirba sekcijinė IS-6 formavimo mašina, gaminius formuojanti pūtimo-pūtimo būdu, kitoje – pūtimo-presavimo.

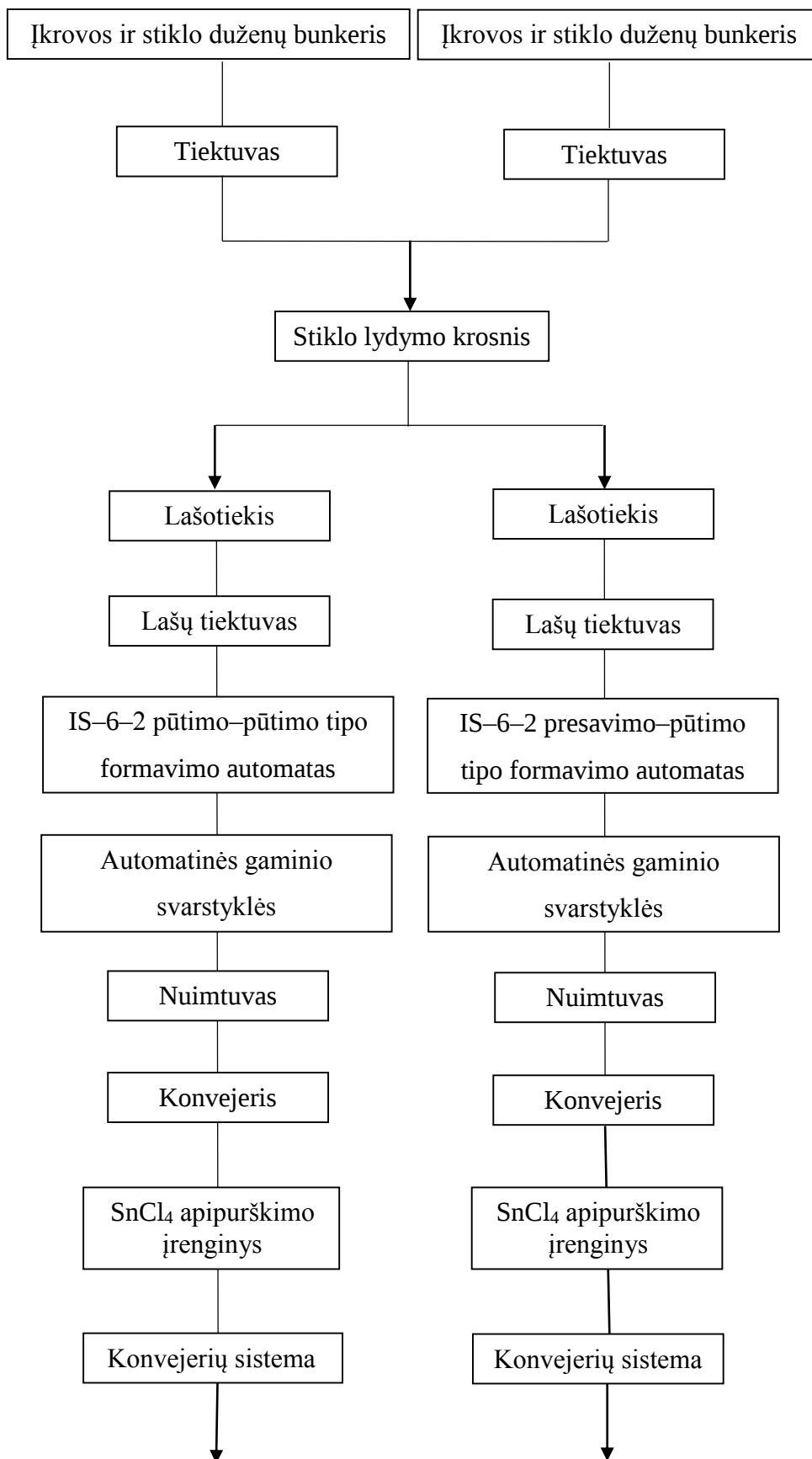
Formavimo mašinose suformuoti gaminiai sveriami automatinėmis svarstyklėmis. Nekokybiški, reikalavimų neatitinkantys gaminiai iš karto numetami nuo konvejerio ir patenka į stiklo duženų perdirbimo liniją.

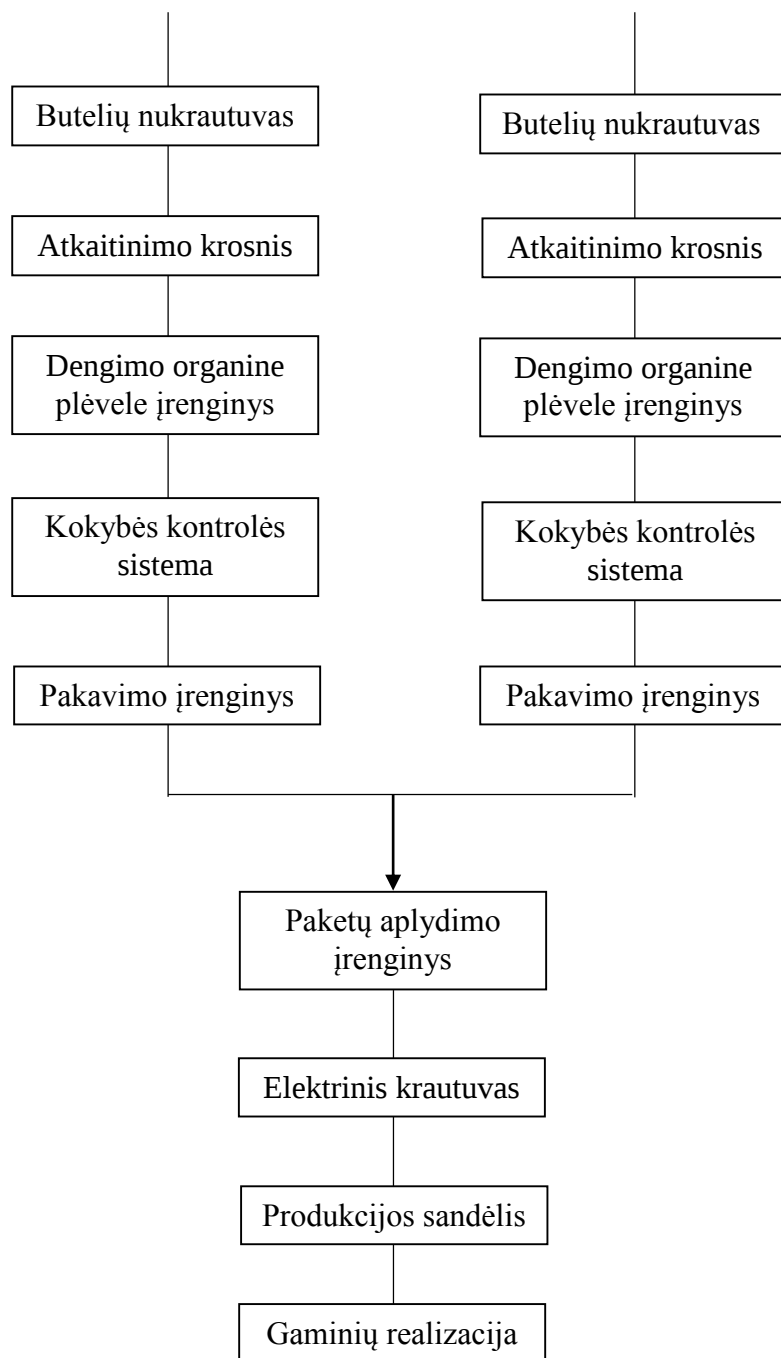
Butelių atsparumui padidinti, suformuoti gaminiai stiprinami juos apipurškiant alavo tetrachloridu TC-100, ši metalų oksidinė danga atspari trinčiams bei cheminiam poveikiui, ji padidina gaminio stiprumą 20–25 %. Toliau gaminiai keliauja į dvi atkaitinimo krosnis. Įmonėje esančių atkaitinimo krosnių naudingumo koeficientas labai aukštas, jos puikiai išlaiko šilumą. Atkaitinimo krosnyse palaikoma 500 °C temperatūra, kuri gaunama kaitinant elektra. Gaminiai atkaitinami tam tikru temperatūriniu režimu, priklausomai nuo gaminio cheminės sudėties, sienelių storio bei jo formos. Išėję iš atkaitimo krosnies ~100 °C temperatūros gaminiai

padengiami šalto galo danga, t. y. silicio organine danga Glasskote SC-100, kuri yra hidrofobinė, bet neatspari mechaniniam ir cheminiam poveikiui. Ši danga apsaugo butelius nuo subraižymo, pagerina slydimą konvejeriu.

Kokybės kontrolė atliekama automatiniais kontrolės prietaisais ir vizualiniu būdu. Atkaitinimo krosnies šaltajame gale rankiniu būdu tikrinamas gaminių svoris ir geometriniai matmenys. Iš atkaitinimo krosnies buteliai patenka ant skersinio plokštelinio konvejerio ir slenkant jiems pro ekraną vizualiai patikrinami dėl galimų įtrūkimų, įskilimų, intarpų ar kitų pažeidimų. Esant avariniam atvejui galima naudoti kaupimo stalą. Kokybės neatitinkantys brokuoti gaminiai nuimami nuo konvejerio. Kontrolės mašina CIM gaminius tikrina automatiškai. Toliau buteliai tikrinami prie antrojo ekrano. Kokybės kontrolės laboratorijoje tikrinami butelių geometriniai matmenys, atliekami fiziniai – mechaniniai bandymai pagal nustatytus standartus.

Patikrinti buteliai nuleistuvu nuleidžiami į pakavimo liniją. Plokšteliu transporteriu gaminiai tiekiami ant paletizatoriaus kaupimo stalo. Pusiaus automatinis poletizatorius GAP-1 LM gaminius krauna ant medinių padėklų. Butelių eilės viena nuo kitos atskiriamos gofro kartono įdėklais, kurių kampai sutvirtinami metalinėmis kabėmis arba lipnia juosta. Sukrovus paketą, ant jo užmaunamas susitraukiančios plėvelės maišas. Plėvelė pjaustoma ir užlydoma plėvelės pjaustymo įrenginiu MSK HPL 1500 MS-3. Paruoštas paketas vežamas į plėvelės aplydimo mašiną MSK 280 E₃. Joje paketai termiškai aptraukiami plėvele. Supakuoti paketai elektriniu keltuvu vežami į produkcijos sandėlį. Stiklo taros gamybos schema pavaizduota 4.1 paveiksle.





4.1. pav. Stiklo taros gamybos technologinė schema

4.13. Medžiagų balanso skaičiavimas

Atsižvelgiant į tiriamojo darbo metu gautus rezultatus, parenkama optimali stiklo cheminė sudėtis, kuri pateikta 4.1 lentelėje. Žaliavų sudėtis pateikta 4.2 lentelėje.

4.1. lentelė. Projektinė stiklo sudėtis

Stiklą sudarantys oksidai	SiO ₂	Na ₂ O	CaO	Al ₂ O ₃	Iš viso:
Oksidų kiekis, %	72,0	14,0	12,0	2,0	100

4.2. lentelė. Žaliavų cheminė sudėtis

Žaliava		Cheminė sudėtis					
		SiO ₂	Na ₂ O	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	kt.
Kvarcinis smėlis	x ₁	99,48	-	-	0,17	0,03	0,32
Kalcinuotoji soda	x ₂	-	58,48	-	-	-	41,52
Molžemis	x ₃	-	0,47	-	98,78	0,02	0,73
Klinties atsijos	x ₄	4,3	-	50,5	0,2	0,6	44,4
Natrio sulfatas	x ₅	-	43,23	-	-	-	56,77

Priimama: x₁ – kvarcinio smėlio kiekis įkrovoje, kg; x₂ – kalcinuotosios sodos kiekis įkrovoje, kg; x₃ – molžemio kiekis įkrovoje, kg; x₄ – klinties atsijų kiekis įkrovoje, kg; x₅ – natrio sulfato kiekis įkrovoje, kg.

Žaliavų kiekis, reikalingas projektinės sudėties stiklui gauti, apskaičiuojamas sudarant lygčių sistemą, įvertinančią oksidų kiekį įvedamą su konkrečia žaliava.

Kadangi lydant įkrovą, kaip skaidriklis naudojamas natrio sulfatas, reikia įvertinti su juo įvedamą Na₂O kiekį. Sulfato turi būti tiek, kad su juo būtų įvedama 3 % bendrojo stikle esančio Na₂O kiekio. Projektinėje stiklo sudėtyje Na₂O sudaro 14 %, tuomet apskaičiuojame:

$$14 \% - 100\%$$

$$x - 3\% \quad x = 0,42 \%$$

Sudaromos medžiagų balanso lygtys pagal SiO₂, Na₂O, CaO, Al₂O₃:

$$\begin{cases} 99,48 \times x_1 + 0 \times x_2 + 0 \times x_3 + 4,3 \times x_4 + 0 \times x_5 = 72,0 \\ 0 \times x_1 + 58,48 \times x_2 + 0,47 \times x_3 + 0 \times x_4 + 43,23 \times x_5 = 14,0 \\ 0 \times x_1 + 0 \times x_2 + 0 \times x_3 + 50,5 \times x_4 + 0 \times x_5 = 12,0 \\ 0,17 \times x_1 + 0 \times x_2 + 98,78 \times x_3 + 0,2 \times x_4 + 0 \times x_5 = 2,0 \\ 0 \times x_1 + 0 \times x_2 + 0 \times x_3 + 0 \times x_4 + 43,23 \times x_5 = 0,42 \end{cases}$$

Užrašius lygtis, sudaroma kvadratinė matrica ir apskaičiuojami determinantai:

Pagrindinis determinantas – $\Delta = -0,1255$;

Determinantas pagal kvarcinį smėlį – $\Delta_1 = -8,9511$;

Determinantas pagal kalcinuotąją sodą – $\Delta_2 = -2,9114$;

Determinantas pagal molžemį – $\Delta_3 = -0,2326$;

Determinantas pagal klintis – $\Delta_4 = -2,9811$;

Determinantas pagal natrio sulfatą – $\Delta_5 = -0,1219$

100 m.d. stiklo lydalo gauti reikalingi žaliavų kiekiai apskaičiuojami atitinkamų žaliavų determinantų vertes padalinant iš pagrindinio determinanto vertės:

Kvarcinio smėlio kiekis, m.d.: $\Delta_1/\Delta = -8,9511/(-0,1255) = 71,35$ m.d.;

Kalcinuotosios sodos kiekis – 23,02 m.d.;

Molžemio – 1,85 m.d.

Klinteris atsijų – 23,76 m.d.

Natrio sulfato – 0,97 m.d.

Lydant įkrovą su kvarciniu smėliu į stiklo lydalą patenka šie oksidų kiekiai, %:

SiO_2 : $71,35 \cdot 99,48/100 = 70,98$;

Al_2O_3 : $71,35 \cdot 0,17/100 = 0,12$;

Fe_2O_3 : $71,35 \cdot 0,03/100 = 0,02$.

Analogiškai apskaičiuojami ir su kitomis žaliavomis (kalcinuotąją soda, molžemiu ir klintimis) patenkantys oksidų kiekiai. Galutinės apskaičiuotos įkrovos ir stiklo sudėtys pateikiamos 4.3 lentelėje.

4.3. lentelė. Stiklo įkrovos skaičiavimo duomenys

Žaliava	Žaliavų kiekis 100 kg stiklo masės, kg.	Oksidų kiekis, %					
		SiO_2	Na_2O	CaO	Al_2O_3	Fe_2O_3	Σ
Kvarcinis smėlis	71,35	70,98	0,12	0,00	0,00	0,02	71,12
Kalcinuotoji soda	23,21	0,00	0,00	13,99	0,00	0,01	13,58
Molžemis	1,85	0,00	1,83	0,0087	0,00	0,00	1,84
Klinteris atsijos	23,76	1,0218	0,0475	0,00	12,00	0,14	13,21
Natrio sulfatas	0,97	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,42
Viso:	121,14	72,00	2,00	14,00	12,00	0,17	100,17
Stiklo sudėtis perskaičiuota 100 kg stiklo lydalo, %		71,88	13,98	11,98	2,00	0,17	
Projektinė stiklo sudėtis, %		72,00	2,00	14,00	12,00	-	
Nuokrypis, %		0,12	0,02	0,02	0,00	-	

Anglis dedama į įkrovą sulfatui redukuoti bei redukcinei terpei sudaryti. Priimama, kad anglies reikia 30 % sulfato masės.

Skaičiuojant oksidų kiekį, reikia atsižvelgti ir į tai, kad kai kurie oksidai, stiklo lydymo metu nugaruoja, todėl tokių žaliavų kiekį įkrovoje reikia padidinti. Apskaičiuojamas tikslus žaliavų kiekis, reikalingas 100 kg stiklo lydalo pagaminti ir surašoma į 4.4 lentelę.

4.4. lentelė. Žaliavų kiekis 100 kg. stiklo lydalo, įvertinus žaliavų nugaravimą

Žaliava	Žaliavų kiekis 100 kg stiklo masės, kg	Nugaravimas, %	Žaliavų kiekis įvertinus nugaravimą, kg
Kvarcinis smėlis	71,35	-	71,35
Kalcinuotoji soda	23,21	3	23,90
Molžemis	1,85	-	1,85
Klinties atsijos	23,76	-	23,76
Natrio sulfatas	0,97	5	1,02
Anglys	0,29	-	0,31*
Iš viso:	121,43	-	122,19

*anglies kiekis kinta priklausomai nuo natrio sulfato kiekio (30 % nuo Na_2SO_4 kiekio).

Jeigu iš 122,19 kg įkrovos gaunama 100 kg stiklo lydalo, tai iš 100 kg įkrovos bus išlydoma $(100/122,19) \cdot 100 = 81,84$ kg lydalo. Taigi, lydant stiklą iš duotos sudėties žaliavų kaitinimo nuostoliai sudarys: $100 - 81,84 = 18,16$ kg.

4.14. Gamybos apimčių skaičiavimai

Pagal duotus projekto duomenis, įkrovos (I_k) ir stiklo duženų (D) santykis – 20 : 80 %. Kadangi projektuojama nauja stiklo lydymo krosnis, kurios našumo turi užtekti per metus (t. y. 365 paras) pagaminti 50 mln. alaus ir 30 mln. putojančio vyno butelių, todėl reikiamas įkrovos ir stiklo duženų kiekis apskaičiuojamas pagal duomenis pateiktus žemiau.

Įkrovos perskaičiavimo į stiklo lydalą koeficientas (K_1) apskaičiuojamas taip:

$$K_1 = 100/(100 - I_n); \quad (4.1)$$

čia I_n – kaitmenys, kg (pagal 4.13 poskyrio skaičiavimo duomenis $I_n = 18,16$ kg)

$$K_1 = 100 / (100 - 18,16) = 1,22$$

Stiklo lydalo kiekio koeficientas (M_{ik}), gautas išlydžius planinį įkrovos kiekį, įvertinus nugaravimą išreiškiamas 4.2 lygtimi:

$$M_{ik} = (I_k/100)/K_1; \quad (4.2)$$

$$M_{ik} = (20 / 100) / 1,22 = 0,164$$

Stiklo lydalo kiekio koeficientas (M), gautas išlydžius planinį įkrovos ir planinį duženų kiekį, apskaičiuojamas pagal 4.3 lygtį:

$$M = M_{lk} + (D/100); \quad (4.3)$$

$$M = 0,164 + (80 / 100) = 0,964$$

Vienam stiklo lydalo vienetui išlydyti reikalingo įkrovos kiekio koeficientas (K_2) apskaičiuojamas pagal 4.4 lygtį:

$$K_2 = (Ik/100)/M; \quad (4.4)$$

$$K_2 = (20 / 100) / 0,964 = 0,207$$

Vienam stiklo lydalo vienetui išlydyti reikalingas duženų kiekio koeficientas (D_k) apskaičiuojamas pagal 4.5 lygtį:

$$D_k = (D/100)/M; \quad (4.5)$$

$$D_k = (80 / 100) / 0,964 = 0,829$$

Apskaičiuojamas reikalingas stiklo lydalo (S_m) kiekis:

Maksimali alaus butelio masė – 0,34 kg; gamybos išeiga – 85 %.

Maksimali putojančio vyno butelio masė – 0,65 kg; gamybos išeiga – 90 %.

Apskaičiuojamas apytikslis reikalingas krosnies našumas:

$$\frac{50000000 \cdot 1,15 \cdot 0,34}{365} = 53,562 \text{ t/parą}$$

$$\frac{30000000 \cdot 1,10 \cdot 0,65}{365} = 58,767 \text{ t/parą}$$

Bendras našumas – $53,562 + 58,767 = 112,329 \text{ t/parą}$.

Prenkamas našumas su atsarga – 115 t/parą.

per metus (S_{mm}): $115 \cdot 365 = 41975,0 \text{ t/metus}$;

per valandą (S_{mh}): $115 / 24 = 4,79 \text{ t/val.}$

Pagal stiklo lydalo kiekį randame reikiamą įkrovos kiekį (I_m):

$$I_m = S_{mb} \cdot K_2 \text{ t/metus}; \quad (4.6)$$

čia S_{mb} – viso reikalingas stiklo lydalo kiekis, t/metus; K_2 – įkrovos koeficientas, vienam stiklo lydalo vienetui išlydyti.

Reikalingas įkrovos kiekis (I_m):

per metus: $I_{mm} = 41975,0 \cdot 0,207 = 8688,83 \text{ t}$;

per parą: $I_{mp} = 8688,83 / 365 = 23,81 \text{ t}$;

per valandą: $i_{mh} = 23,81 / 24 = 0,99$ t.

Pagal stiklo lydalo kiekį randame reikiamą duženų kiekį (D_m):

$$D_m = S_m \cdot D_k \text{ t/metus} \quad (4.7)$$

čia D_k – duženų koeficientas, vienam svoriniam stiklo masės vienetui išlydyti.

Reikalingas duženų kiekis (D_m):

per metus: $D_{mm} = 41975 \cdot 0,829 = 34797,28$ t;

per parą: $D_{mp} = 34797,28 / 365 = 95,34$ t;

per valandą: $D_{mh} = 95,34 / 24 = 3,97$ t.

Bendras įkrovos kiekis (I_b) per metus apskaičiuojamas taip:

$$I_b = I_m + D_m. \quad (4.8)$$

Bendras įkrovos kiekis (I_b):

per metus: $I_{bm} = 8688,83 + 34797,28 = 43486,11$ t;

per parą: $I_{bp} = 43486,11 / 365 = 119,14$ t;

per valandą: $I_{bh} = 119,14 / 24 = 4,96$ t;

Remiantis fabriko duomenimis, gamybos procese susidaro apie 7 % stiklo duženų kurias galima panaudoti dar kartą. Tokiu atveju, reikalingas superkamų stiklo duženų kiekis apskaičiuojamas taip:

per metus: $D_{mm} = 34797,28 \cdot 0,93 = 32361,47$ t;

per parą: $D_{mp} = 32361,47 / 365 = 88,66$ t;

per valandą: $D_{mh} = 88,66 / 24 = 3,69$ t.

Suvestiniai medžiagų kiekiai pateikiami 4.5 lentelėje.

4.5. lentelė. Apskaičiuoti medžiagų kiekiai

Reikalingos medžiagos ir matavimo vienetai	Kiekis		
	per metus	per parą	per valandą
Reikalingas stiklo lydalo kiekis, t	41975	115	4,79
Reikalingas įkrovos kiekis, t	8688,83	23,81	0,99
Reikalingas duženų kiekis, t	34797,28	95,34	3,97
Bendras įkrovos su duženomis kiekis, t	43486,11	119,14	4,96
Iš broko gaunamas duženų kiekis, t	2435,81	6,67	0,28
Duženų kiekis, kurį reikia pirkti, t	32361,47	88,66	3,69

4.6. lentelė. Žaliavų piltiniai tankiai

Medžiaga	Tankis, t/m ³
Įkrova	1,8
Stiklo duženos	1,6
Stiklo duženų ir įkrovos mišinys	1,75

Medžiagų kiekiai, m³, apskaičiuojami pagal 4.9 formulę:

$$V = \frac{m}{\rho}; \quad (4.9)$$

čia m – medžiagos masė, t; ρ – medžiagos piltinis tankis, t/m³ (4.6 lentelė).

Stiklo lydalo kiekis $V = \frac{43612,025}{1,75} = 24921,16$ $V = \frac{40150}{2,25} = 17844,4$ m³ per metus.

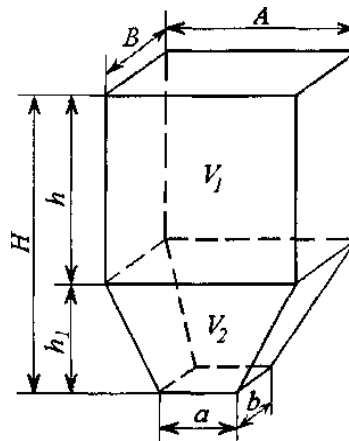
4.7. lentelė. Apskaičiuoti medžiagų kiekiai, m³

Reikalingos medžiagos ir matavimo vienetai	Kiekis		
	per metus	per parą	per valandą
Bendras įkrovos su duženomis kiekis, m ³	24921,16	68,28	2,84

4.15. Technologinių įrenginių parinkimas ir skaičiavimas

4.15.1. Bunkeriai ir jų skaičiavimas

Bunkeriu vadinama talpa birioms žaliavoms kaupti, laikyti arba iškrauti. Įkrovos ir stiklo duženų mišinio bunkeriai naudojami užtikrinti tolygų lydkrosnės darbą. Jie atlieka „buferio“ funkciją, jei įkrovos paruošimo skyrius negalėtų laiku pateikti reikalingo įkrovos ir duženų mišinio kiekio. Bunkeriai yra keičiami, nes priklausomai nuo krosnies keičiasi tiekuvai, kartu ir medžiagos tiekimo vieta bei kiekis. Kadangi projektuojama nauja tiesioginio kaitinimo voninė regeneratorinė pasaginės liepsnos krosnis, į ją žaliavos tiekiamos pro dvi angas, įrengtas šoninėse sienose, viena priešais kitą. Tokiu atveju, reikalingi du nauji tiekuvai ir du bunkeriai. Priklausomai nuo tiekuvų, keičiasi bunkerių matmenys. Parenkami paprastos konstrukcijos, kvadrato formos bunkeriai, kurių schema pateikta 4.2 paveiksle.



4.2. pav. Kvadrato formos bunkerio schema: A, B – korpuso kraštinė; h – korpuso aukštis; h_1 – smaigalio aukštis; a, b – iškrovimo angos kraštinė

Projektuojami 2 bunkeriai kuriuose įkrovos turėtų užtekti 9 valandoms lydkrosnės darbo.

Priimami tokie bunkerio matmenys: $A = B = 2 \text{ m}$; $h = 2,5$, $h_1 = 2,5 \text{ m}$; $a = b = 0,5 \text{ m}$.

Bunkerio talpą V_0 sudaro dviejų bunkerio dalių (korpuso V_1 ir smaigalio V_2) talpų suma:

$$V_0 = V_1 + V_2, \text{ m}^3; \quad (4.10)$$

Bunkerio talpą V_1 sudaro jos ploto S ir aukščio h sandauga:

$$V_1 = A^2 \cdot h = 4 \cdot 2,5 = 10 \text{ m}^3$$

Bet kokio nupjautinės piramidės formos bunkerio smaigalio tūriui V_2 apskaičiuoti taikoma 4.11 lygtis:

$$V_2 = \frac{1}{3} \cdot h_1 \cdot (a^2 + a \cdot A + A^2); \quad (4.11)$$

čia a ir A , B – smaigalio piramidės apatinės ir viršutinės plokštumų kraštinės, m. Norint apskaičiuoti korpuso ir smaigalio talpas pasirenku šiuos kraštinių matmenis:

$$V_2 = \frac{1}{3} \cdot 2,5 \cdot (0,5^2 + 0,5 \cdot 2 + 2^2) = 3,54 m^3$$

$$V = V_1 + V_2 \quad (4.12)$$

$$V = 10 + 3,54 = 13,54 m^3$$

Laisvas bunkerio iškrovimo angos plotas, m^2 :

$$F_a = a \cdot a ; \quad (4.13)$$

čia a – angos kraštinės ilgis (kurį parenkame pagal tiektuvo užpildymo kraštinės), m.

$$F_a = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25 m^2 .$$

Medžiagos išbyrėjimo greitis, m/s:

$$v = 5,65 \cdot k \cdot \sqrt{R} ; \quad (4.14)$$

$$R = \frac{F_a}{P} ; \quad (4.15)$$

čia k – išbyrėjimo koeficientas (gerai birioms smulkiagrūdėms medžiagoms) pasirenkamas, $k = 0,55$; R – hidraulinis išbyrėjimo angos spindulys, m; P – angos perimetras, m.

$$R = \frac{0,25}{(0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5)} = 0,125 m ;$$

$$v = 5,65 \cdot 0,55 \cdot \sqrt{0,125} = 1,098 m / s .$$

Bunkerio našumas, m^3/h :

$$Q_v = F_a \cdot v \cdot 3600 ; \quad (4.16)$$

$$Q_v = 0,25 \cdot 1,098 \cdot 3600 = 988,2 m^3 / h .$$

Projektuojami du įkrovos bunkeriai, kurių kiekvieno talpa turi būti ne mažesnė kaip $12,78 m^3$. Suprojektuojamo bunkerio talpa $V = 13,54 m^3$, todėl bunkeriai tinkami.

4.8. lentelė. Įkrovos ir stiklo duženų bunkerių parametrai

Korpuso	ilgis A , m	2
	plotis B , m	2
	aukštis h , m	2
Smaigalio	ilgis a , m	0,5
	plotis b , m	0,5
	aukštis h_1 , m	2,5
Reikalinga bunkerio talpa 9 val., m ³		25,56
Suprojektuotų bunkerio talpa, m ³		27,08

4.15.2. Tiektuvų parinkimas

Šiuo metu įmonėje stiklo duženų ir įkrovos mišinys į lydymo krosnį tiekiamas tiekuvais PZ-12. Kadangi, lydymo krosnis keičiama į pasaginės liepsnos, dėl to keičiasi ir tiekuvų padėtis bei kiekis. Naudojami tiekuvai keičiami į du naujus, kurie bus išdėstyti lydkrosnės šonuose, vienas priešais kitą. Įkrovos ir stiklo duženų tiekimas į krosnį subalansuotas su stiklo lydalo lygio matavimo prietaisu, todėl tiekuvų darbas ir toliau bus reguliuojamas automatiškai.

Didelio našumo pasaginės liepsnos krosnims ypač svarbus tolygus įkrovos paskirstymas. Šiuo metu, tokio tipo krosnims dažniausiai naudojami stūmokliniai tiekuvai. Šio tipo tiekuvai tiekia įkrovą iš bunkerio vibruojančio konvejerio lataku tiesiai ant stiklo lydalo sluoksnio. Stūmoklio dažnis yra kintantis, todėl gali būti reguliuojamas priklausomai nuo reikiamo našumo. Stacionarioje padėty stūmoklio judėjimas nuolat pastovus ir vienos krypties. Vibruojanti padėtis suteikia 20° svyravimo amplitudę ir reguliuojamą dažnį. Tokiu būdu įkrova paskirstoma tolygiau ir padengiamas didesnis krosnies paviršius. Pagrindiniai šio tipo tiekuvų privalumai yra atskiros įkrovimo ir stūmimo funkcijos, ilgaamžiškumas, galimybė įtakoti įkrovos tiekimą, optimalios energijos sąnaudos, nedidelis aušinimo vandens suvartojimas, tvirta konstrukcija, lengva priežiūra [10].

4.9. lentelė. Tiektuvų CPO-400 D parametrai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Charakteristika
1	Našumas	160 t/parą
2	Vibruojančio konvejerio galingumas	0,3 kW
3	Stūmoklio galingumas	1,1 kW
4	Rotacinės pavaros galingumas	0,25 kW
5	Svyravimo amplitudė	20 °
6	Aušinimo vandens sąnaudos	8–12 l/min
7	Aušinimo vandens temperatūra	20–60 °C

4.15.3. Stiklo lydymo krosnis

Šiuo metu įmonėje stovinti stiklo lydymo krosnis dirba jau ne vienerius metus. Įmonėje dažnai keičiamos krosnies darbo sąlygos, nes kiekvienas užsakovas nori konkrečios spalvos ir savybių gaminio. Dėl šios priežasties krosnis greičiau dėvisi, jai reikalinga rekonstrukcija.

Taros stiklo gamybai dažniausiai naudojamos tolydinės pasaginės liepsnos regeneracinės lydymosi krosnys. Tokio tipo krosnys dažniausiai naudojamos, kai gamybinis našumas neviršija 230 t/parą. Šios krosnys puikiai tinka taros stiklo gamybai, o jų darbo laikas paprastai siekia 5–8 metus. Moderniausiose krosnyse derinamas kaitinimas deginant gamtines ir elektrinis kaitinimas. Naudojant dalinį elektrinį kaitinimą gerėja stiklo lydalo kokybė. Naudojant regeneratorių, panaudotas karštas oras nutraukiamas, juo įkaitinama regeneratorių pakrova kuria tiekiamas šaltas oras į krosnį. Ekonominis požiūris, tai yra labai naudinga, nes tiekimas oras sušildomas iki pakankamai aukštos temperatūros. Tokiu būdu pagerinamas degiklių darbas ir stiklo lydymo procesas. Naudojant kuo didesnę kiekį stiklo atliekų, mažėja gamybos kaštai. Naudojant 80 % stiklo dūžio, gaminio kaina mažėja net ~ 11 %.

Stiklo lydymui naudojamos gamtinės dujos. Oras degimui, patenkantis kanalais per regeneratorių į krosnį, reguliuojamas automatinio arba distancinio bei rankinio būdu. Dujų-oros santykis degimo procese palaikomas automatiškai. Liepsnos fakelų kryptis keičiama kas 30 min. Gaminant žalios spalvos stiklą dujinė aplinka krosnyje turi būti silpnai oksiduojanti, o rudos spalvos stiklo gaminimui – redukuojanti. Stiklo lydymo krosnies temperatūrinis režimas kontroliuojamas termoporomis. Termoporos įmontuotos ugniai atsparios medžiagos blokeliuose.

4.10. lentelė. Stiklo lydymo krosnis

Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Charakteristika
1.	Voninė nepertraukiamo veikimo pasaginės liepsnos regeneracinė stiklo lydymo krosnis:		
	našumas	t/parą	120
	darbo dalies plotas	m ²	75
	galingumas	kW	500
	naudojamo stiklo dūžio kiekis	%	80
	lyginamasis stiklo lydalo kiekis per parą	t/ m ²	2,67
	pašildyto oro temperatūra	°C	1320
	kuras: gamtinės dujos	kcal/kg / %	714 / 92,6
	elektra	kcal/kg / %	52 / 6,7
	oras	kcal/kg / %	5 / 0,7
	bendros degimo mišinio sąnaudos regeneratoriai	kcal/kg / %	771 / 100
	sekcijų skaičius	vnt	sekcijiniai 3
	regeneratoriaus pakrovos šildomo paviršiaus plotas	m ³	1850
	degikliai: tipas HLGB - 8		
	kiekis	vnt	2
	burbuliavimo antgalių skylutės skersmuo	mm	1,5
	burbulų skaičius per minutę	vnt/min	20–30
	burbuliavimo angų skaičius	vnt	9
2.	Oro degimui tiekimo sistema: Ventiliatorius CP7-40 Nr. 8		
	našumas	m ³ /val	1500
	galingumas	kW	15
	apsisukimų skaičius	r/min	1000
	slėgis	mmH ₂ O	200
3.	Krosnies baseino vėsinimo sistema: Ventiliatorius C4-70 Nr.10		
	našumas	m ³ /val	25000
	galingumas	kW	15
	apsisukimų skaičius	r/min	700
	slėgis	mmH ₂ O	100
	Skliauto vėsinimo sistema: Ventiliatorius VDN Nr. 12,5		
	našumas	m ³ /val	25000
	galingumas	kW	15
	apsisukimų skaičius	r/min	700
	slėgis	mmH ₂ O	300

4.15.4. Lydkrosnės ugniai atsparių medžiagų parinkimas

Sudėtingomis sąlygomis eksploatuojamoms lydkrosnės vietoms naudojamos tikslios formos, matmenų ir geros kokybės ugniai atsparios medžiagos. Ugniai atsparios medžiagos įvairioms lydkrosnės dalims parenkamos pagal jų eksploatavimo sąlygas ir stiklo cheminę sudėtį [6].

Krosnies išklojai naudojamos ugniai atsparios medžiagos [6] ir jų savybės pateikiamos 4.11 lentelėje.

4.11. lentelė. Lydymo krosnies ugniai atsparios medžiagos

Eil. Nr.	Lydkrosnės elementas	Ugniai atspari medžiaga	Maksimali darbinė temperatūra, °C	Savybės
1.	Aukščiausios temperatūros zonoje baseino sienos viršutinė eilė	bakoras-41 arba bakoras-33	1700	Sudarytas iš stambių badeleito kristalų ir nedidelio kiekio kvarco; tankis 3400– 3500 kg/m ³
2.	Kitų baseino zonų viršutinė sienos eilė	bakoras-33	1700	
3.	Ryklė ir persmaukos	bakoras-33	1700	
4.	Baseino lydyklos sienos apatinė dalis	lydytasis korundas	1900	
5.	Baseino lydyklos sienos kampiniai blokai ir degiklių porų žiotys	bakoras-41 arba bakoras-33	1700	Sudarytas iš techninio aliuminio oksido. Didesnis nei įprastas poringumas. Sintetinis korundas turi 99 % Al ₂ O ₃ ; tankis 3200–3900 kg/m ³
6.	Baseino lydyklos kitos sienų vietos	bakoras-33	1700	
7.	Lydkrosnės vėsyklos ir mašinų kanalų sienų viršutinė ir apatinė eilės	korundas	1900	
8.	Lydkrosnės vėsyklos ir mašinų kanalų kampiniai sienų blokai	korundas	1900	Sudarytas iš techninio aliuminio oksido. Korunde būna 70–99 % Al ₂ O ₃ ; tankis 2600–3700 kg/m ³
9.	Lydkrosnės skliautas	mulitas	1650	

10.	Degiklių blokai ir žiotys	bakoras-41 arba bakoras-33	1700	tankis 2700–2900 kg/m ³
11.	Lydkrosnės lydyklos ir vėsyklos bei mašinų kanalų padas	šamotas, dengtas bakoro-33 plokšėmis	1450	Šamotiniuose gaminiuose būna 30–43 % Al ₂ O ₃ , 51–66 % SiO ₂ ; tankis 1700–2400 kg/m ³
12.	Regeneratorių skliautas ir jo 1/3 aukščio vidinės viršutinės sienos bei pakrovos	magnezito chromitas, forsteritas	1800	Gaminamas iš megnezito ir chromo rūdos – chromito. Magnezite būna 80–92 % MgO; tankis 2800–3000 kg/m ³
13.	Regeneratoriaus apatinė vidinė siena ir pakrova	šamotas, turintis ne mažiau kaip 40 % Al ₂ O ₃	1450	
14.	Degiklio šoninės sienos	bakoras	1700	

4.15.5. Lašotiekio ir fiderio mechanizmo parinkimas

Šiuo metu įmonėje veikiantis lašotiekis 540 ir fiderio mechanizmas 503 yra ir toliau tinkami naudoti. Jie nėra nusidėvėję, atitinka visus jiems keliamus reikalavimus bei našumo poreikius.

Stiklo lašų tiektuvo darbui reikalingas sausas švarus 2,1 mbar slėgio suspaustas oras. Naudojami „Linkoln“ tepimo sistemai tinkantys tepalai. Kanale yra trys sekcijos, kuriose degimui skirtu dujų-oro kiekis reguliuojamas automatiškai būdu. Stiklo lydalas iš krosnies darbo dalies patenka į lašotiekį, kuriame įgauna reikiamą klampumą. Stiklo lydalas formavimo dalyje maišomas ugniai atspariu cilindru. Stiklo lašą formuoja plunžeris, judėdamas aukštyn – žemyn vertikalia ašimi, išspausdamas stiklą per akutę. Po akute sumontuotos žirkklės nukerpa stiklo lašą. Žirklių aušinimui naudojamas „Acmos 46-41-3“ 10 % vandens tirpalas. Stiklo lašo forma ir svoris reguliuojami cilindro ir plunžerio padėtimi, plunžerio eiga, plunžerio spaudimo jėga, akutės ir plunžerio geometriniai matmenimis bei stiklo lydalo temperatūra. Temperatūrinis režimas lašotiekyje reguliuojamas nuotoliniu būdu iš operatorinės. Temperatūrinis režimas keičiasi, keičiant stiklo spalvą ir produkcijos rūšį.

4.12. lentelė. Lašotiekio bei plunžerio su sukimosi cilindru charakteristikos

Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Charakteristika
1.	Lašotiekis 540 (gamintojas - JAV): darbo režimas temperatūrinio reguliavimo taškų skaičius dujų sunaudojimas, max dujų slėgis degiklių skaičius: taurėje vėsinimo ir T išlyginimo zonoje kanalo plotis kanalo ilgis aušinimo zonos ilgis stiklo lydale sluoksnio storis lašotiekyje atstumas nuo grindų iki stiklo lydale pavirš. oras vėsinimui: ventiliatorius Nr. M3613 T-50: galingumas dažnis srovės stiprumas apsukos oras degimui: ventiliatorius 3VF 184 TTF R 9307 ANL: galingumas dažnis įtampa	vnt m ³ /val MPa / mbar vnt vnt mm mm mm mm mm mm mm mm kW Hz A aps/min kW Hz V	Elektroninis-automatinis 6 42,47 0,001–0,002 / 10–20 12 104 914 6705 5486 150,5 4200 (+ 200 įgilinimas) 3,7 50 13 2850 3,7 50 220/380
2.	Fiderio mechanizmas 503 su lašų skirstytoju 535 (Vokietija): režimas (atstumas tarp lašų centrų) reguliavimas (diferencialinis) peilių kampas lašų skaičius lašo svoris akutės diametras plunžerio eiga plunžerio diametras plunžerio ilgis cilindro apsukimų skaičius reguliuojamas cilindro pakilimo aukštis įtampa galingumas taurės plotis taurės angos, cilindro diametras bendras svoris	mm laipsniai laipsniai vnt/min kg mm mm mm mm r/min mm V kW mm mm kg	111,1 360 15 60–120 0,330–0,660 44,45–57,15 6,35–31,75 63,5 760 1,25–4,3 0–127 380 4,0 558,8 254 2270

4.15.6. Butelių formavimas

Butelius formuoja IS-6 EF 5 ½” DG tipo butelių formavimo mašinos, turinčios po šešias sekcijas po dvi formas. Viena formavimo mašina dirba pūtimo-pūtimo metodu, kita – pūtimo-

presavimo būdu, formuojanti plonasienius, mažesnio svorio gaminius. Šio tipo mašinų našumas priklauso nuo butelio kakliuko diametro ir butelio svorio.

Žirklių nukirptas stiklo lašas per lašų paskirstytuvą, lovelius ir kreiptuvą patenka į ruošinio formą, kurioje suspaustu oru arba plunžeriu suformuojama butelio galvutė ir ruošinys. Suformuotą ruošinį perversimo mechanizmas perverčia į kitą mašinos pusę – į gaminio formą. Gaminio formoje vakuumu ir suspaustu oru galutinai suformuojamas gaminys. Naudojami vakuumo ir suspausto oro tikslūs parametrai priklauso nuo reikiamo butelio svorio ir mašinos greičio. Suformuotą gaminį nuimtuvas padeda ant vėsavimo stalo. Formavimui palengvinti formos tepamos tepalu Kleenmold 170. Naujos formos tepamos dažniau. Sutvirtėję gaminiai stumtuvu perstumiami nuo aušinimo stalo ant mašinos konvejerio. Lengvasvorių butelių atsparumui padidinti po formavimo ant konvejerio sumontuota specialia Certincoat įranga slenkantys gaminiai apipurškiami skysčiu TC-100 (alavo tetrachloridu). Skysčio sąnaudos ~ 3 kg/parą.

IS-6 mašinos konvejeriu gaminiai transportuojami iki pasikimo kampo, kuriuo jie perstatomi ant skersinio transporterio ir išrikiuojami vienodais atstumais vienas nuo kito. Butelių krautuvai gaminiai lygiomis eilėmis nustumia į atkaitimo krosnį.

Apskaičiuojama, kiek 0,34 kg masės 0,5 litro talpos butelių pagamina IS-6-2 formavimo mašina, dirbdama optimaliu našumu:

$$n_1 = m \cdot 60 \cdot 24 \cdot \varphi \cdot 365 \quad n = m \cdot 60 \cdot 24 \cdot \varphi \cdot 365 \text{ vnt./metus} \quad (4.17)$$

čia m – IS-6-2 mašinos formuojamas lašų skaičius per minutę (iš 4.13 lentelės pasirenkame lašų vidurkį); φ – įrenginio išnaudojimo koeficientas, ($\varphi = 0,85$).

$$n = 115 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 0,85 \cdot 365 = 51377400 \quad n_1 = 115 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 0,85 \cdot 365 = 51377400$$

vnt./metus

Projekte numatytas metinis butelių kiekis su nuostoliais visose operacijose yra 50 mln. butelių per metus.

Kita linija gamins šampano butelius. Apskaičiuoju, kiek 0,65 kg masės 0,75 litro talpos butelių pagamina IS-6-2 formavimo mašina, dirbdama optimaliu našumu:

$$n_2 = m \cdot 60 \cdot 24 \cdot \varphi \cdot 365, \text{ vnt./metus} \quad (4.18)$$

čia m – mašinos formuojamas lašų skaičius per minutę (iš 4.13 lentelės pasirenkame lašų vidurkį); φ – įrenginio išnaudojimo koeficientas, ($\varphi = 0,90$).

$$n_2 = 76 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 0,85 \cdot 365 = 35951040 \quad n_2 = 76 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 365 = 35951040 \text{ vnt./metus}$$

Projekte numatytas metinis putojančio vyno butelių kiekis su nuostoliais visose operacijose yra 30 mln. vienetų.

Iš skaičiavimų matome, kad abi IS-6-2 formavimo mašinos atitinka reikiamą našumą ir yra tinkamos tolimesniam darbui, todėl jos yra nekeičiamos.

4.13. lentelė. IS-6-2 EF ½ DG tipo formavimo mašinų techninės charakteristikos

Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Charakteristika
1.	Butelių formavimo mašina EF 5 ½ " DG (gamintojas - Švedija): tipas sekcijų skaičius ruošinio formų skaičius gaminio formų skaičius formavimo būdas Optimalus lašų skaičius: svoris iki 0,350 kg iki 0,700kg formų skaičius vienoje sekcijoje atstumas tarp formų centrų max butelio cilindro išorinis diametras max galvutės diametras valdymo sistema T600 VLAN: kompiuteris PLC 14 ES tepimo sistema LINKOLN (tepal. VISCOGEN) oro formų vėsinimui padavimo sistema mašinos pavara galingumas elektros įtampa formavimo būdas darbinis žemo slėgio oras (pneumatika, cilindrų darbas) bendras aukšto slėgio oras (formavimui ir aušinimui) aukšto slėgio oras formavimui (pūtimas- pūtimas) bendras suspaustas oras (kompresorius GA 132 kW; 7,5 bar (0,75 MPa) , 2 vnt. vakuumas vakuuminis siurblys RC 630: našumas galingumas oras mašinos ir konvejerio vėsinimui (Verti Flow sistema) mašinos gabaritiniai matmenys: aukštis plotis ilgis	vnt vnt vnt lašų sk./min lašų sk./min vnt mm mm mm l/parą kW V MPa / bar MPa / bar MPa / bar MPa / bar MPa / mmHg m³/h kW MPa / mmH₂O mm mm mm	Sekcijinė, dešinės pusės 6 12 12 pūtimas–pūtimas presavimas–pūtimas 110–120 74–78 2 139,7 106 48 elektroninė 2 (kas 45 min) iš apačios elektrinė 2,2 380 suspaustu oru ir vakuumu 0,21 / 2,1 0,31 / 3,1 0,31 / 3,1 0,31 / 3,1 0,085 / 635 630 15 0,0059 / 600 2920 2420 5220

2.	bendras mašinos svoris	kg	27000
	Ventiliatorius formų vėsinimui		
	KXE 125 031515-0: našumas	m ³ /min	423
3.	slėgis	MPa / mmH ₂ O	0,012 / 1200
	galingumas	kW	110
	Konvejeris UBC su butelių pasukimo kampu		
3.	178. Konvejerio grandinės: plotis	mm	1500
	vėsinimas		iš apačios
	aukščio reguliav.		elektrinis
	pasukimo kampas	laipsniai	75–105
	greitis	m/s	0,2

Tipinis formų komplektas IS-6 formavimo mašinai:

1. Gaminio formos ir dugneliai – 12 vnt;
2. Ruošinio formos ir dugneliai – 12 vnt;
3. Piltuvėliai – 12 vnt;
4. Galvučių formos – 12 vnt;
5. Galvučių kreipiamieji žiedai – 12 vnt;
6. Įvorės – 12 vnt;
7. Plunžeriai – 12 vnt;
8. Pūtimo galvutės – 12 vnt;
9. Nuėmimo griebtuvėliai – 12 vnt.

4.15.7. Alavo tetrachlorido ir organinės plėvelės apipurškimo įrenginiai

Butelių atsparumui padidinti, suformuoti gaminiai stiprinami juos apipurškiant alavo tetrachloridu TC-100, ši metalų oksidinė danga atspari trinčiai bei cheminiam poveikiui, ji padidina gaminio stiprumą 20–25 %. Po gaminių formavimo, ant konvejerio sumontuota specialia Certincoat įranga slenkantys gaminiai apipurškiami skysčiu TC-100 (alavo tetrachloridu). Skysčio sąnaudos ~ 3 kg/parą [2].

Atkaitinimo krosnies šaltame gale, kol gaminių temperatūra būna apie 100 °C, greitaigė traversa butelių apipurškia skysčiu Glasscoat SC-100, kuris apsaugo gaminius nuo subraižymo, pagerina jų slydimą konvejeriu. Apipurškimui naudojamo 0,5 %. koncentracijos skystis, kurio praskiedimui naudojamas švarus vanduo. Skysčio išpurškimas vyksta tarp gaminio eilių, užtikrinant, kad jis nepatektų į gaminio vidų.

Abu apipurškimo įrenginiai yra tinkami tolesniam naudojimui, jų charakteristikos pateiktos 4.14. lentelėje.

4.14. lentelė. Apipurškimo sistemų techninės charakteristikos

Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Charakteristika
1.	Butelių padengimo alavo tetrachloridu įrenginys CERTICOAT (Olandija): butelių aukštis butelių padengimo aukštis nuo dugnelio padengimo temperatūra kamos ilgis ištraukiamo oro kiekis slėgis išmetimo angos kameroje plotis jungiamojo vamzdžio diametras ištraukiamojo vamzdžio diametras skysčio TC-100 sąnaudos	mm mm °C mm m ³ /min KPa / mmHg mm mm mm kg/parą	80–345 220 500–750 1300 8 -0,12 / -12 10 125 83 (4vnt) 2-3,5
2.	Greitaigė apipurškimo traversa (JAV) darbinis suspausto oro slėgis energija: įtampa dažnis purškiamo skysčio sąnaudos reguliuojama maksimali eiga traversinio purkštuvų judėjimo atstumas nuo tinklo butelio apipurškimo aukštis nuo dugnelio išpurškimo trukmė uždelsimo trukmė nuo apipurškimo	MPa / bar V Hz l/p mm mm mm s s	0,21 / 2,1 220 50 5–10 200–299 1005 254 8–20 1–8

4.15.8. Atkaitinimo krosnis

Gaminiai atkaitinami elektrinėje-konvekcineje atkaitinimo krosnyje, kurioje yra šios zonos: kaitinimo, lėto vėsinimo ir greito vėsinimo. Atkaitinimo metu gaminiai termiškai apdorojami, juose stiklo vidiniai įtempiai sumažinami iki leistinų normų.

Apskaičiuojame stiklo taros gamybos linijoje naudojamų formavimo mašinų maksimalų pagaminamą gaminių kiekį m per parą:

$$n = m \cdot 60 \cdot 24 \quad m_1 = n_1 / 365 \text{ vnt./parą} \quad (4.19)$$

čia n_1 – mašinos suformuojamas lašų skaičius per metus; 365 – dienų skaičius metuose;

$n_1 = 115 \cdot 60 \cdot 24 = 165600 \quad m_1 = 51377400 / 365 = 140760$ vnt/parą alaus butelių linijos IS–6–2 formavimo mašinoje

$n_1 = 76 \cdot 60 \cdot 24 = 109440 \quad m_2 = 35951040 / 365 = 98496$ vnt./parą šampano butelių linijos IS–6–2 formavimo mašinoje

Per parą atkaitintų gaminių užimamas plotas:

$$F = d^2 \cdot m, \text{ m}^2 \quad (4.20)$$

čia d – vieno butelio skersmuo, m; m – suformuotų butelių kiekis per parą.

$$F_1 = 0,071^2 \cdot 140760 = 709,57 \quad F_1 = d^2 \cdot n_1 = 0,047^2 \cdot 165600 = 381,7 \text{ m}^2$$

$$F_2 = 0,083^2 \cdot 98496 = 678,54 \quad F_2 = d^2 \cdot n_2 = 0,067^2 \cdot 109440 = 394 \text{ m}^2$$

Atkaitinimo krosnies tunelio ilgyje tinklinės juostos plotas:

$$f = l \cdot b, \text{ m}^2 \quad (4.21)$$

čia l – atkaitinimo krosnies tunelio ilgis, m; b – juostos plotis, m

$$f = 18,25 \cdot 2,4 = 43,8 \text{ m}^2$$

Formavimo mašinų pagamintiems per parą gaminiais atkaitinti tinklinės juostos sūkiams R apskaičiuoti taikoma 4.22 lygtis:

$$R = \frac{F}{f \cdot \varphi}, \text{ aps/parą} \quad (4.22)$$

čia φ – tinklinės juostos gaminiams užpildymo ploto koeficientas (priimame $\varphi = 0,8$).

$$R = \frac{763,4}{43,2 \cdot 0,8} = 22,8 \approx 23 \quad R_1 = \frac{709,57}{43,8 \cdot 0,8} = 20,25 \approx 21 \text{ aps/parą}$$

$$R_2 = \frac{678,54}{43,8 \cdot 0,8} = 19,36 \approx 20 \text{ aps/parą}$$

Žinant tinklinės juostos apsisukimų skaičių R , atkaitinimo krosnies tunelyje faktinei gaminių transportavimo trukmei τ , minutėmis, apskaičiuoti taikoma 4.23 lygtis:

$$\tau = \frac{60 \cdot 24}{R}, \text{ min} \quad (4.23)$$

$$\tau = \frac{60 \cdot 24}{23} = 62 \quad \tau_1 = \frac{60 \cdot 24}{21} = 68,57 \text{ min}$$

$$\tau_2 = \frac{60 \cdot 24}{20} = 72,00 \text{ min}$$

Žinant tinklinės juostos sūkius apskaičiuojamas atkaitinimo krosnies faktinis tinklinės juostos greitis v . Faktiniam tinklinės juostos greičiui apskaičiuoti taikoma 4.24 lygtis:

$$v = \frac{L_1 \cdot R}{1440}, \text{ m/min} \quad (4.24)$$

čia L_1 – atkaitinimo krosnies išorinis ilgis, m; 1440 – minučių skaičius paroje.

$$v_1 = \frac{22,25 \cdot 21}{1440} = 0,32 \text{ m/min}$$

$$v_2 = \frac{22,25 \cdot 20}{1440} = 0,31 \text{ m/min}$$

4.15. lentelė. Atkaitinimo krosnies techninės charakteristikos

Pavadinimas	Matavimo. vnt	Charakteristika
Atkaitinimo krosnis AL-1412 (Belgija):		
tipas		elektinė-konvekcinė
našumas, kai butelių talpa 750 ml, svoris 0,650 kg	kg/val	2800
transportavimo juostos: plotis	mm	2400
greitis	mm/min	100–1200 (fakt. 150–310)
reguliavimas		automatinis
maksimali darbinė temperatūra temperatūros	°C	650 (fakt. 530)
kontrolės taškai	vnt	5
tunelio aukštis nuo tinklo	mm	410
atstumas nuo grindų iki juostos	mm	910
ventiliatorių skaičius: oro konvekciniai	vnt	5
aušinimo	vnt	2
priverstinio reguliavimo	vnt	8
elektros energija kaitinimui	kW	222
instaliuoto variklio galingumas	kW	14
atkaitinimo krosnies tunelio ilgis	mm	18250
gabaritiniai matmenys: ilgis	mm	22250
plotis	mm	2400

4.15.9. Butelių kokybės kontrolė

Atkaitinimo krosnies šaltajame gale rankiniu būdu tikrinamas butelių svoris ir geometriniai matmenys kalibrais pagal IST 3376126 – 45:1998 [2]. Iš atkaitinimo krosnies buteliai patenka ant skersinio plokštelinio konvejerio ir slenkant pro pirmąjį iš dviejų ekranų, tikrinami vizualiai. Esant avariniam atvejui, galima naudoti kaupimo stalą. Toliau, kontrolės mašina CIM butelius tikrina automatiškai. Iš kontrolės mašinos išėję gaminiai tikrinami vizualiai antrą kartą, prie antrojo ekrano. Kokybės kontrolės laboratorijoje tikrinami butelių geometriniai matmenys, atliekami fiziniai – mechaniniai bandymai atitinkamą standartą.

4.16. lentelė. Kokybės kontrolės įrengimų techninės charakteristikos

Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Charakteristika
1.	Konvejerių sistema šaltajame gale (Čekoslovakija):		
	skersinis konvejeris atkaitinimo krosnies gale	vnt	1 (4 juostos)
	išilginis konvejeris	vnt	1 (2 juostos)
	išilginis konvejeris su vizualios kontrolės įrengimu Nr.1	vnt	1
	konvejeris-kilpa	vnt	1
	išilginis konvejeris su vizualios kontrolės įrengimu Nr.2	vnt	1
	figūrinis konvejeris nuo butelių nuleistuvo	vnt	1
	skersinis butelių padavimo į paletizatorių konvejeris	vnt	1 (2 juostos)
	konvejerių grandinės plotis	mm	115–120
	grandinių judėjimo greitis	mm/s	0,15–0,2
	variklių galingumas	kW	0,75
2.	Butelių kaupimo stalas (Čekoslovakija):		
	atstumas nuo grindų iki stalo viršaus	mm	950
	matmenys	mm	5930×2620
3.	Butelių nuleistuvai (Italija):		
	konvejerio grandinės plotis	mm	115
	grandinės judėjimo greitis	mm/s	0,25
4.	Kombinuota kokybės kontrolės mašina CIM (JAV):		
	standartinio butelio skersmuo	mm	51–165
	butelio aukštis	mm	25–356
	mašinos maksimalus greitis	ciklai/min	230 (prie Hz 60)
	oras gaminių stabdymo cilindru	l/h	850
	oro gaminių stabdymo cilindru slėgis	MPa / PSI	0,345 / 50
	slėgis	mm	2096×1143
	aukštis nuo konvejerio	mm	711

4.15.10. Butelių ženklavimas, pakavimas, sandėliavimas ir transportavimas

Ant butelio korpuso apatinės dalies turi būti prekės ženklo, nominaliosios talpos, formos numerio ir formos kodo įspaudai.

Transporto kroviniai ženklinami manipuliuojančiais ženklais: „Trapus“, „Elgtis atsargiai“ ir papildomu ženklu „Laikyti toliau nuo šilumos šaltinio“, jei krovinys supakuotas į termiškai besitraukiančią plėvelę.

Prie kiekvienos butelių partijos turi būti kokybės dokumentas arba gamybos kontrolės skyriaus pažyma, kurioje nurodomas gamintojo pavadinimas, dokumento numeris ir išdavimo data, butelių kiekis partijoje, jų talpa, sutartinio butelių žymėjimo įrašas arba butelio pavadinimas, gamybos kontrolės skyriaus tikrinimo rezultatai. Įrengimų techninės charakteristikos pateiktos 4.17 lentelėje.

4.17. lentelė. Įrengimų techninės charakteristikos

Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Charakteristika
1.	Pusiau automatinis paletizatorius GAP-1 LM (Vokietija): pakuojami buteliai: talpa diametras aukštis padėklo matmenys paketo aukštis (įskaitant padėklo aukštį): max min transporterio aukštis nuo grindų našumas: buteliai 750 ml buteliai 500 ml buteliai 330 ml transporterių grandinės greitis: max min kaupimo stalas: juostų skaičius grandinės plotis grandinės ilgis max apkrova valdymas suspaustas oras: min prijungimo žarnos diametras oro sąnaudos suėmimo pagalvėlė: skersmuo ilgis slėgis matmenys svoris	ml mm mm mm mm mm mm vnt vnt vnt m/min m/min vnt mm mm kg/eilėje	750, 500, 330 83, 71, 63 298, 230, 246 1200×800 2400 300 1000 154 208 374 30 7 8 152,4 4000 180 Siemens SPS 0,4 / 4 19 300 58 1340 2 6350×1820×3760 2600
2.	Plėvelės aplydymo mašina MSK 280 E ₃ (Vokietija): padėklo matmenys padėklo svoris: max min paletės aukštis (įskaitant padėklo h): max min mašinos aukštis degiklių skaičius kuro rūšis	mm kg kg mm mm mm mm vnt	1200×800 500 1500 500 2200 4700 22 gamtinės dujos (40 m ³ /h) <7 / 70 14,1 0,12 – 0,2 25
3.	leistinas dujų slėgis vieno degiklio šiluminis galingumas plėvelės storis našumas (kai paletės aukštis h = 2000 mm) Plėvelės pjaustymo ir sulydymo įrenginys MSK HPL 1500 MS-3: suvirinimo įtampa lydymo siūlės ilgis plėvelės max plotis sulydymo siūlės plotis plėvelės storis valdymas išmatavimai: aukštis plotis svoris	KPa / mbar kW mm mm mm mm mm V mm mm mm mm mm mm mm kg	25 25 25 25 25 25 25 42 1500 1350 3 0,15 – 0,2 rankinis 1280 1850 78

5. STATYBINIAI IR SANTECHNINIAI SPRENDIMAI

5.1. Bendrieji duomenys

AB „Kauno Stiklas“ – spalvotos stiklo taros gamybos įmonė, sparčiai plečianti savo gamybos apimtis. Kauno stiklo fabrikas veiklą pradėjo 1927m. Metams bėgant fabrikas augo, tobulino gamybos technologiją, didino gamybos apimtis ir plėtė savo produkcijos asortimentą, taip tapdamas stambiausiu spalvoto stiklo butelių gamintoju Lietuvoje.

Įmonėje gaminama spalvotojo stiklo tara iš gamtinių žaliavų, tokių kaip kvarcinis smėlis, klintis, kalcinuotoji soda. Svarbiausi ir daugiausiai dėmesio reikalaujantys procesais – stiklo įkrovos lydymas ir butelių formavimas. Todėl būtent šio cecho rekonstrukcijai ir modernizavimui skiriamas didžiausias dėmesys ir lėšos.

Įmonė yra įsikūrusi Kaune mieste, Europos pr. 91. Sklypo plane paryškintas projektuojamas stiklo taros gamybos cechasis. Sklypo plotas 8,79 ha. Šiame plote projektuojamas pastatas užima 3215,95 m² plotą, likusiame plote išdėstytos kitos gamybinės patalpos ir cechais, tokie kaip įkrovos paruošimo, žaliavų, produkcijos, stiklo taros sandėliai ir administracinės patalpos. Projektuojamas pastatas yra dviejų aukštų.

I gamyklos teritoriją yra trys įvažiavimai automobiliams ir dvi geležinkelio atšakos. Kadangi projektuojamoje įmonėje yra atvežama daug žaliavų, bei išvežama daug produkcijos, čia turi būti įrengti automobilių keliai bei geležinkelis. Įmonės teritorijoje numatyti keliai automobilių transportui, nes įmonės teritorija yra pakankamai didelė. Šie keliai yra reikalingi žaliavų atvežimui, produkcijos išvežimui bei patogiam avarinių tarnybų mašinų privažavimui avarių metu. Transporto kelių plotis 6 m., nes teritorijoje daugiausiai naudojama sunkiasvorės transporto priemonės, traktoriai bei sunkvežimiai. 25 stovėjimo vietos darbuotojų transporto priemonėms įrengtos už pagrindinės įmonės teritorijos, palei Europos pr. Įmonės teritorija aptverta tvora.

Siekiant apsaugoti miestą nuo gamybos dūmų, dulkių ir kenksmingų medžiagų, aplinkui įmonės teritoriją 1000 m atstumu nustatyta apsauginė sanitarinė zona. Pagal atsparumą ugniai, projektuojamas pastatas priskiriamas I atsparumo ugniai kategorijai.

5.1. lentelė. Bendrieji statinio techniniai rodikliai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
I. SKLYPAS			
1	1.1. sklypo plotas	ha	8,79
	1.2. statinio užimtas žemės plotas	m ²	3215,95
	1.3. apželdintas žemės plotas (žaliasis plotas)	m ²	1561
	1.4. automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	25
	1.5. sanitarinės (apsaugos) zonos plotis	m	1000
II. PASTATAI			
2	2.1. paskirties rodikliai (gamybos (kitos veiklos), paslaugų apimtys, aptarnaujamų žmonių skaičius, kiti rodikliai)		
	2.2. bendrasis plotas:	m ²	3215,95
	2.2.1. pagrindinis	m ²	2897,1
	2.2.2. pagalbinis	m ²	318,94
	2.3. pastato tūris	m ³	73966,9
	2.4. aukštų skaičius	vnt.	2
	2.5. pastato aukštis	m	23
	2.6. pastato atsparumas ugniai (I, II ar III)	MJ/m ²	I

5.2. Statinio architektūrinė, konstrukcinė sandara

Projektuojamas dviejų aukštų pramoninis gamyklinis pastatas stovintis įmonės AB „Kauno stiklas“ teritorijoje. Pastato ilgis – 79,3 m., plotis – 42,8 m., bendras aukštis – 23 m. Pastato fasadas orientuotas į pietvakarius. Pastato statybai naudojamos gelžbetoninės konstrukcijos: kraštinės ir vidurinės kolonos, perdangos ir denginio plokštės, kolonų pamatai, rygeliai (šoninis ir vidurinis), pamatų sijos ir kt. Pastato kolonų tinklelio išmatavimai 6x6 m.

Stogui pasirinkta gelžbetoninė santvara su šlaitais. Detali stogo sandara: stogo danga (profiluota skarda), hidroizoliacija ir apsauga nuo vėjo (difuzinė plėvelė), Paroc rob 80 (200 mm), Paroc ros 30 (200mm) apšiltinimo medžiagos, orą ir garus izoliuojantis sluoksnis, G/b plokštė ir apdaila.

Išorinės sienos daugiasluoksnės, sudarytos iš plytų mūro, vėdinamo oro tarpo, Paroc uns 37 ir Paros was 35 apšiltinimo medžiagų, mūro ir apdailos, sienų storis – 400 mm.

Grindų detali sandara: grindų danga (14 mm), klijų sluoksnis, skiriamasis sluoksnis, Paroc GRS 20 (100 mm) apšiltinimo medžiaga, G/b plokštė ir apdaila.

Gamybinėse patalpose įrengta 80 langų, kurių matmenys 2300 x 1420 mm. Langų gamintojas UAB „Fauga“, parinkti „Fauga Standart“ vokiški 3-jų kamerų, 60 mm pločio „Thyssen“ profilio langai, turintys 2 sandarinimo tarpines bei stiklo paketą su selektyviniu stiklu ir argonu, stiklo

rėmas iš kokybiško PVC profilio, su mikroventiliacija. Langų šilumos laidumas – $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, garso izoliacija – 32dB, šviesos pralaidumas – 80%.

Pastate įrengta 16 durų, iš kurių trejos yra dvivėrės. Durų plotis 600 mm. Taip pat, yra vartai, kurių plotis 2000 mm.

Pastate yra du išėjimai: pagrindinis ir atsarginis. Pastatas papildomai nėra šildomas, nes patalpose yra įrengti šiluminiai įrengimai, t.y. stiklo lydymo krosnis, butelių atkaitinimo krosnis, kurie išspinduliuoja pakankamą kiekį šilumos reikiamą palaikyti patalpose.

5.3. Bendrųjų pastato inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendimai

Pagrindinės statinio inžinerinės sistemos yra vandentiekis, nuotekos ir elektra. Vanduo tiekiamas centralizuotai iš miesto vandentiekio, šulinys įrengtas gatvėje prie įmonės. Nuotekos bei dujos, taip pat pajungtos prie miesto centrinės sistemos, Europos pr. esančių šulinių. Elektra projektuojamam pastatui tiekama iš teritorijoje esančios transformatorinės. Pastato vėdinimui yra sumontuoti ventiliatoriai. Ventiliatorius gamina firma ABB “Fläkt Oy”, jų tipas GTAB-5-063. Gamybinėse patalpose įrengti oro kondicionieriai bei šalto oro dušai.

Technologinę įrangą sudaro: stiklo lydymosi krosnis (1 vnt.), regeneratoriai (2 vnt.), lašotiekiai (2 vnt.), stiklo formavimo mašinos (2 vnt.), atkaitinimo krosnys (2 vnt.), ritininiai konvejeriai (2 vnt.), plokšteliniai konvejeriai (2 vnt.), įrenginiai butelių nuleidimui (2 vnt.), sukaupimo stalai (2 vnt.).

5.4. Orientacinės statinio rekonstrukcijos darbų kainos apskaičiavimas

Orientacinę statinio rekonstrukcijos kainą galima apskaičiuoti naudojantis UAB „Sistela“ statinių statybos skaičiuojamųjų kainų palyginamaisiais ekonominiais rodikliais, bei parengtu Nekilnojamojo turto atkūrimo kaštų (statybinės vertės) kainynu. Palyginamieji ekonominiai rodikliai apskaičiuoti statinių analogo pagrindu, įvertinant darbo, medžiagų, mechanizmų eksploatacijos skaičiuojamąsias rinkos kainas. Nekilnojamojo turto atkūrimo kaštų (statybinės vertės) kainynas skirtas naudotis nustant statinių vertę, apskaičiuojamą pagal atkuriamosios vertės metodą.

Naudojantis UAB „Sistela“ statinių statybos skaičiuojamųjų kainų palyginamaisiais ekonominiais rodikliais, gauta statinio rekonstrukcijos 1 m^3 statinio kaina, kai statinio tūris viršija 5000 m^3 , yra 261 lt [11].

Visos apskaičiuotos išlaidos statinio projektui parengti ir įgyvendinti yra grupuojamos pagal išlaidų grupes ir sudaromas suvestinis statybos kainos apskaičiavimas, pateiktas 5.2 lentelėje.

5.2. lentelė. Suvestinės statybos kainos skaičiavimas

Išlaidų aprašymas	Kaina, Lt			Iš viso, Lt (su PVM)
	Statybos ir montavimo darbai	Įrenginiai	Kitos išlaidos	
I. Statybos sklypas			-	-
II. Statybos sklypo paruošimas			-	-
III. Statinio statyba ir įrengimas	2991000	18440000		25931510
IV. Projektavimo ir inžinerinės paslaugos			1285860	1555890,6
V. Kitos išlaidos			681505,8	824622,02
VI. Rezervas			701950,97	849360,07
Iš viso pagal I–VI skyrius	2991000	18440000	2669316,77	29161382,69

Kadangi, pastatas tik rekonstruojamas jau esamoje teritorijoje, statybos sklypo išlaidos neskaičiuojamos. Taip pat, neskaičiuojamos ir statybos sklypo paruošimo išlaidos. IV skyriuje nurodytos inžinerinių tyrinėjimų ir projektavimo išlaidos. Rekomenduojamos Aplinkos ministerijos projektavimo ir inžinerinių paslaugų išlaidos remontuojant ir rekonstruojant statinius yra 6 %, kai objekto skaičiuojamoji kaina viršija 5 mln. Lt. Suvestinio statybos kainos apskaičiavimo V skyriuje nurodomos kitos numatomos statinio statybai reikalingos išlaidos (draudimas, bandomosios produkcijos gamybos ir pan. išlaidos). Šios išlaidos skaičiuojamos procentais nuo II, III ir IV skyrių sumos, priimant iki 3 %. Suvestinio statybos kainos apskaičiavimo VI skyriuje nurodomas statytojo (užsakovo) rezervas, kurį sudaro projekte nenumatyti ir į kainos skaičiavimus neįtraukti, tačiau būtinų statiniui pastatyti išlaidų. Šios išlaidos skaičiuojamos procentais nuo II ir III, IV, V skyrių sumos, priimant iki 5 %, kai statybos trukmė iki metų.

6. DARBUOTOJŲ SAUGA IR SVEIKATA

6.1. Projektuojamojo objekto charakteristika

AB “Kauno stiklas” – spalvotojo stiklo taros gamintojai. Įmonė įsikūrusi Kauno mieste, joje gaminami žalio ir rudo stiklo buteliai naudojami maisto ir gėrimų pramonėje. Gamyboje naudojamos gamtinės (kvarcinis smėlis, klintis, molžemis, anglis) bei sintetinės (kalcinuotoji soda, natrio sulfatas) žaliavos. Plečiant rinką, neišvengiamai didinamas įmonės darbo našumas bei gamybos apimtys. Dėl šios priežasties būtina stiklo lydymo krosnies rekonstrukcija. Įmonės išmetamos į aplinką taršos rūšis yra cheminė ir fizikinė. Įvertinus projektuojamojo objekto išmetamos į aplinką taršos rūšį, nustatyta sanitarinė apsaugos zona (SAZ) – 100 m [12]. Apsauginė zona apželdinta.

6.2. Profesinės rizikos vertinimas

Profesinės rizikos vertinimo tikslas yra ištirti esamą ar galimą profesinę riziką darbe ir numatyti jos prevencijos ar mažinimo priemones. Rizika – traumos ar kitokio darbuotojo sveikatos pakenkimo galimybė dėl kenksmingo ir (ar) pavojingo darbo aplinkos veiksnio (veiksnių) poveikio. Rizikos identifikavimas – tai nuodugni žmonėms kenksmingų veiksnių darbo vietoje analizė [13].

Projektuojamame objekte vienas iš didžiausių rizikos faktorių yra stiklo lydymo krosnis, kurioje kūrenant gamtines dujas, pasiekama itin aukšta temperatūra (1580 ± 10 °C). Kraunant įkrovą į krosnį iš atvirų bunkerių, kyla dulkės, kurių patekimas į žmogaus organizmą gali būti žalingas.

Kitas svarbus rizikos faktorius – stiklo formavimo procesas. Stiklo formavimo mašinos yra atviros, jų paviršius smarkiai įkaitęs. Prisilietus prie tokio paviršiaus žmogui gresia labai stiprūs nudegimai.

Gaminių atkaitinimo proceso metu, taip pat vyrauja itin aukšta temperatūra (~ 500 °C), tačiau atkaitinimo krosnys yra uždaros ir jų į aplinką išspinduliuojamos šilumos kiekis yra nedidelis.

Faktiniai rizikos veiksnių dydžiai [14] pateikiami 6.1 lentelėje.

6.1. lentelė. Rizikos veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas

Rizikos veiksnys, keliantis pavojų profesinei saugai ir sveikatai	Rizikos veiksnio atsiradimo ar veikimo vieta	Rizikos veiksnio dydis (lygis), matavimo vienetas	Rizikos veiksnio leidžiamas dydis (lygis), ribinė vertė, matavimo vienetas	Rizikos veiksnio poveikio trukmė, dažnis	Prevencijos priemonių būtinumas
Kvarcinis smėlis (SiO_2)	Įkrovos tiek tuvas	Koncentracija, mg/m^3	Ilgalaikio poveikio ribinis dydis – $0,1 \text{ mg/m}^3$ (alveolinė frakcija)	12 val	Speciali apranga, apsauginiai akiniai, respiratoriai, patalpų ventiliacija
Klintis (CaCO_3)	Įkrovos tiek tuvas	Koncentracija, mg/m^3	Ilgalaikio poveikio ribinis dydis – 10 mg/m^3	12 val	Speciali apranga, apsauginiai akiniai, respiratoriai
Kalciuotoji soda (Na_2CO_3)	Įkrovos tiek tuvas	Koncentracija, mg/m^3	Ilgalaikio poveikio ribinis dydis – 2 mg/m^3	12 val	Respiratoriai, apsauginiai akiniai, pirštinės, ištraukiamoji patalpų ventiliacija
Natrio sulfatas (Na_2SO_4)	Įkrovos tiek tuvas	Koncentracija, mg/m^3	Ilgalaikio poveikio ribinis dydis – 10 mg/m^3	12 val	Respiratorius
Stiklo lydalas	Lydkrosnė	-	-	12 val	Speciali apranga, ugniai atsparios pirštinės
Gamtinės dujos	Lydkrosnė	Sprogimas	-	12 val	Apsauginiai vožtuvai
Šiluminis spinduliavimas	Technologinių įrengimų įkaitę paviršiai	Šiluminio spinduliavimo intensyvumas, W/m^2	Ne didesnis nei 70 W/m^2 , kai apspinduliuojamas žmogaus kūno paviršiaus plotas 25–50 %	12 val	Įrenginių šiluminė izoliacija
Elektra	Elektros įrengimai	380/220 V įtampa	0,3 mA; 2 V	12 val	Aparatų įnulinimas, įžeminimas, asmeninės apsaugos priemonės (dielektrinės pirštinės, dielektriniai kilimėliai, batai), apsaugos aparatai

Judančios įrengimų dalys	Technologiniai įrengimai	-	-	12 val	Hermetiškai gaubtai, aptvarai, blokavimo įrenginiai
Triukšmas	Gaminių formavimo mašinos	dBA	Ilgalaikio poveikio ribinis dydis – 87 dBA	12 val	Ausinės, ausų kištukai

6.2 lentelėje nurodomi gaisrinio pavojingumo rodikliai bei jų kiekiai.

6.2. lentelė. Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai

Medžiagos pavadinimas	Sunaudojama per pamainą, m ³ /t stiklo	Pliūpsnio temperatūra, °C	Sprogumo ribos		Savaiminio užsidegimo temperatūra, °C	Užsidegimo temperatūra, °C
			apatinė	viršutinė		
Metanas	410	-188	5	15	537	>450

Atsižvelgiant į patalpose esančių ar technologiniame procese naudojamų medžiagų gaisrinio pavojingumo rodiklius ir jų kiekį, nustatytos patalpų, pastatų bei išorinių įrengimų kategorijos pagal sprogumo ir gaisro pavojų pateikiamos 6.3 lentelėje.

6.3. lentelė. Pastatų ir patalpų kategorijos pagal sprogimo ir gaisro pavojų, pavojingų vietų zonos

Objekto, kuriam suteikiama kategorija, klasifikuojama pavojinga vieta, pavadinimas	Požymis, nulemiantis kategoriją, pavojingos vietos zoną	Kategorija, pavojingos vietos zona
Stiklo lydymo, gaminių formavimo ir atkaitinimo cecho pastatas	Karštos, įkaitusios, išlydytos, nedegios medžiagos; medžiagos, kurias apdorojant išspinduliuojama šiluma, išskiriamos kibirkštys ar liepsna; degios dujos, skysčiai ir kietos medžiagos, kurios naudojamos kaip kuras arba sunaikinamos deginant	D _g 2 zona
Stiklo lydymo, gaminių formavimo ir atkaitinimo cechas	Jei įrangoje yra (laikomos, perdirbamos ar transportuojamos) karštos, įkaitusios ar išlydytos nedegios medžiagos, kurias apdorojant išspinduliuojama šiluma, išskiriamos kibirkštys ar liepsna, taip pat degios dujos, skysčiai ir kietos medžiagos, kurios naudojamos kaip kuras arba sunaikinamos deginant.	D _g 2 zona

6.3. Saugi gamyba

Darbuotojų (darbų) saugos tikslas – sumažinti arba visiškai panaikinti nelaimingų atsitikimų bei profesinių susirgimų tikimybę. Darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas reikalauja asmeninės darbdavio atsakomybės už darbuotojų sveikatos išsaugojimą. Sudarius optimalias darbo sąlygas, darbuotojai dirba našiau, mažiau pavargsta. Įmonėje turi būti vykdomi privalomi darbo saugos instruktavimai: įvadinis – pravedamas visiems naujai atvykusiems į darbą asmenims, pravedamas saugumo technikos inžinieriaus; pirminis, darbo vietoje – pravedamas naujai priimtiems į darbą darbuotojams, perkeliant darbuotojus iš vienos vietos į kitą, pravedamas gamybinio cecho viršininko; periodinis darbo vietoje – pravedamas vieną kartą metuose, visiems asmenims, dirbantiems gamykloje; papildomas darbo vietoje – kai papildytos naujos instrukcijos arba padaryti žymūs pakeitimai, pasikeitus technologiniam procesui; specialusis darbo vietoje – pravedamas asmenims, dirbantiems pavojingus darbus.

Darbo sąlygos, tokios kaip šiluminės aplinkos parametrai, dulkių koncentracija, apšvieta, oro dulkėtumas, tikrinamos nustatytu grafiku, kurį tvirtina technikos direktorius. Darbo metu, darbuotojai privalo laikytis įmonės saugaus darbo instrukcijos.

Stiklo gamybos metu, tiekiant įkrovą iš bunkerių į krosnį, galimas dulkėtumas. Įkrovą sudarančių medžiagų dalelės toksiškai veikia žmogaus organizmą. Stiklo lydymo krosnį aptarnaujantis darbuotojas privalo dėvėti specialius darbo drabužius, apsauginius akinius, kvėpavimo takus apsaugantį respiratorių. Stebint stiklo lydymosi krosnies ir regeneratorių darbą pro stebėjimo angas, privaloma turėti apsauginius skydelius su šviesos filtru, skirtu apsaugoti veidą bei regos organus nuo aukštos temperatūros ir infraraudonųjų spindulių poveikio. Stiklo lydymosi proceso metu pasiekama itin aukšta temperatūra (~ 1500 °C), todėl prie krosnies dirbantiems žmonėms gali grėsti perkaitimas. Siekiant to išvengti, įrengiami oro dušai – ventiliatoriais per vamzdynus tiekiamas šaltas oras. Stiklo lydymo procesui naudojamos gamtinės dujos, kurios, avarijos atveju, gali sukelti sprogimą. Siekiant išvengti tokio pavojaus, patalpose įrengta vėdinimo sistema.

Stiklo gaminių formavimo mašinų paviršiai įkaista dėl sąlyčio su stiklo lydalų. Siekiant apsaugoti darbuotojus nuo galimų nudegimų ir didelio šilumos spinduliavimo įrengiami šilumą ekranuojantys paviršiai, oro dušai, tiekiantys šaltą orą bei užtikrinama pakankama patalpų ventiliacija. Darbuotojai, dirbantys prie gaminių formavimo bei atkaitinimo procesų privalo dėvėti specialią darbo aprangą, ugniai atsparias pirštines, apsauginius akinius, specialią avalynę su antpirščiais ir padu, atspariu riebalams ir benzino likučiams [15]. Stiklo šukių šalinimui naudojami kabliai, krapštukai bei kiti specialūs tam skirti įrankiai, proceso metu privaloma dėvėti apsaugines pirštines.

Draudžiama palikti veikiančius įrenginius be priežiūros, keisti jų judamąsias dalis, tepti, valyti ar remontuoti neišjungus įrenginio. Taip pat, draudžiama imti ar perduoti įrankius ar kitus daiktus per veikiančių įrengimų viršų, sėdėti, ilsėtis šalia veikiančių įrengimų, transporto judėjimo kelių ir kitose galimai pavojingose vietose.

Dirbant su elektriniais prietaisais, privaloma naudoti specialias apsaugos priemones – izoliuojančius padėklus, įrankius su izoliuotomis rankenomis, dielektrinę avalynę, dielektrines pirštines, dielektrinius kilimėlius [15]. Norint išvengti elektros traumų, privalu laikytis elektros saugos taisyklių, užtikrinti saugos priemonių patikimumą. Kadangi, darbuotojai darbo metu gali prisiliesti prie įtampą turinčių įrenginių dalių ir turėti kontaktą su gruntu, visos aparatų, mašinų ir kitų elektros įrengimų metalinės dalys bei korpusai, kaip ir kitokios metalinės konstrukcijos, kurios koku nors būdu gali gauti įtampą, privalo būti įnulinintos. Įnulinimas naudojamas iki 1000 V įtampos elektros tinkluose su įžeminta neutrėle. Kadangi, įmonėje veikiančių įrengimų įtampa yra 380/220 V, jie turi būti įnulinami. Kadangi patalpa yra priskiriama pavojingų patalpų kategorijai, įnulinami ir tie įrenginiai, kurių įtampa siekia 50 V ir 75 V.

6.3.1. Žaibolaidžio parinkimas

Rekonstruojamas pastatas priskiriamas I apsaugos klasei, apsaugos zonos patikimumas – 0,99 [16]. Parenkamas dviejų strypų žaibolaidis. Dviejų strypų žaibo ėmiklių apsaugos zona yra vieno strypo žaibo ėmiklių apsaugos zonų suma, kai virtualios kūgio viršūnės yra kiekviename tiesės tarp strypų taške.

Žaibolaidžio aukštis $h = 33 \text{ m}$

Saugomo pastato aukštis $h_x = 23 \text{ m}$

Atstumas tarp žaibolaidžių $L = 25 \text{ m}$

Ribinės reikšmės apskaičiuojamos:

$L_{\max} = [4,25 - 3,57 \cdot 10^{-3} (h - 30)] \cdot h = 139,91 \text{ m}$, žaibolaidis laikomas dvigubu, kai $L \leq L_{\max}$

$L_c = [2,25 - 0,0107 \cdot 10^{-3} (h - 30)] \cdot h = 74,25 \text{ m}$

Kadangi $L \leq L_c$, tai zonos riboje nėra įlinkio ($h_c = h_0$).

$h_c = h_0 = 0,8 \cdot h = 26,4 \text{ m}$

$r_0 = 0,8 \cdot h = 26,4 \text{ m}$

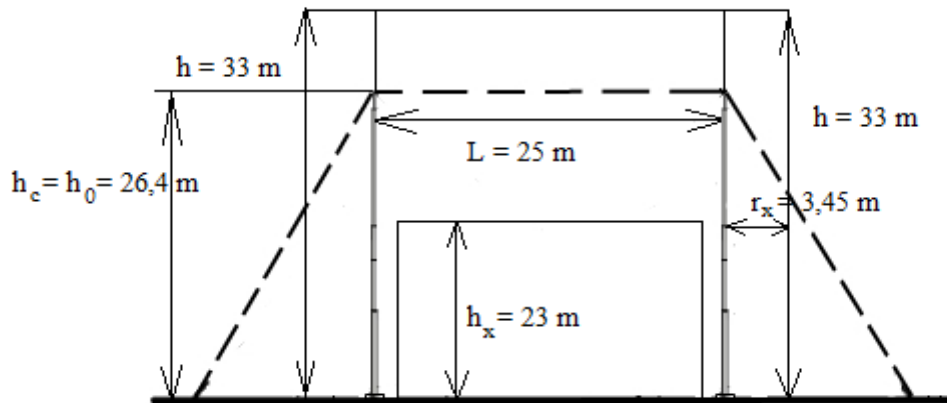
Zonos horizontaliųjų pjūvių matmenys apskaičiuojami iš pateiktų formulių, bendrų visiems patikimumams:

Horizontaliajame pjūvyje, aukštyje h_x , didžiausios zonos r_x pusplotis:

$$r_x = \frac{r_0 \cdot (h_0 - h_x)}{h_0} = 3,45 \text{ m}$$

Horizontalaus pjūvio plotis centre tarp žaibolaidžių $2r_{cx}$ aukštyje $h_x \leq h_c$:

$$r_{cx} = \frac{r_0 \cdot (h_0 - h_x)}{h_c} = 3,45 \text{ m}$$



6.1. pav. Dviejų strypų žaibo ėmiklių apsaugos zona

6.4. Darbo higiena

Darbuotojai darbo vietoje privalo palaikyti tvarką. Laikyti joje pašalinius daiktus – draudžiama. Darbo metu, kiekvieno darbuotojo asmeninės apsaugos priemonės turi būti darbo vietoje. Prieš naudojant asmenines apsaugos priemones, privalu įsitikinti ar jos tinkamos naudojimui. Būtina atkreipti dėmesį į tai, kad asmeninės apsaugos priemonės, turi būti nuolatos tikrinamos ir bandomos saugos darbe norminių aktų numatytais terminais. Po patikrinimo ant asmeninės apsaugos priemonės dedamas antspaudas, kuriame nurodoma kito bandymo data.

Darbuotojai privalo laikyti įmonės vidaus tvarkos taisyklių bei asmens higienos reikalavimų.

Pagal šiluminio komforto ir pakankamos šiluminės aplinkos darbo patalpose nurodymus [18], projektuojamame gamybos ceche atliekamų darbų sunkumas priskiriamas prie vidutinio sunkumo fizinio IIa kategorijos darbo. Pagal tai, nustatomos priemonės šiluminei aplinkai sudaryti. Šaltajam metų laikotarpiui, pagal darbų kategoriją, oro temperatūra nuolatinėse darbo vietose turi būti 17–23 °C, oro santykinis drėgnumas, ne didesnis kaip 75 %, oro judėjimo greitis ne daugiau kaip 0,3 m/s. Šiltajam metų laikotarpiui, oro temperatūra nuolatinėse darbo vietose turi būti 18–27 °C, oro santykinis drėgnumas, ne didesnis kaip 65 % (prie 26 °C), oro judėjimo greitis 0,2–0,4 m/s.

Stiklo lydymosi ir gaminių formavimo ceche, darbams atlikti reikalingas nedidelis regos tikslumas, pagal tai, nustatytos apšvietos ribinės vertės skirtingoms darbo zonoms, darbams ir

veiklai, yra 200 – 300 – 500 lx. Pakankamai didelio regos tikslumo reikalauja, gaminių kokybės tikrinimas. Čia apšvietos ribinės vertės 500 – 750 – 1000 lx. Darbo vietose, kuriose nuolat dirbama, rekomenduojama mažiausia apšvietos ribinė vertė yra 200 lx, nepriklausomai nuo mažo regos darbų sudėtingumo. Apšvietimo sistemoje derinamas bendras ir vietinis apšvietimas [20].

Vertinant įrenginių keliamą triukšmą, būtina vadovautis Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatais [21]. Įmonėje, stiklo lydymas ir gaminių formavimas vyksta nepertraukiamu režimu, t.y. 24 valandas per parą, 7 dienas per savaitę. Darbuotojai įmonėje dirba keturiomis pamainomis, po 12 val. Didžiausią triukšmą kelia gaminių formavimo mašinos. Kadangi formavimo mašinos dirba nepertraukiamu režimu, kasdienio triukšmo lygio norminės vertės yra viršijamos. Dėl to, darbuotojai, dirbantys prie formavimo mašinų, privalo turėti ir naudoti apsaugines priemones klausos organams – specialius kištukus.

6.5. Gaisrinė sauga

Stiklo lydymo, gaminių formavimo ir atkaitinimo cechą, pagal gaisrams ir sprogimui priskiriamas D_g kategorijai, nes gamyboje naudojamas karštas lydalas [22]. Gamybinės patalpos yra gelžbetoninės konstrukcijos.

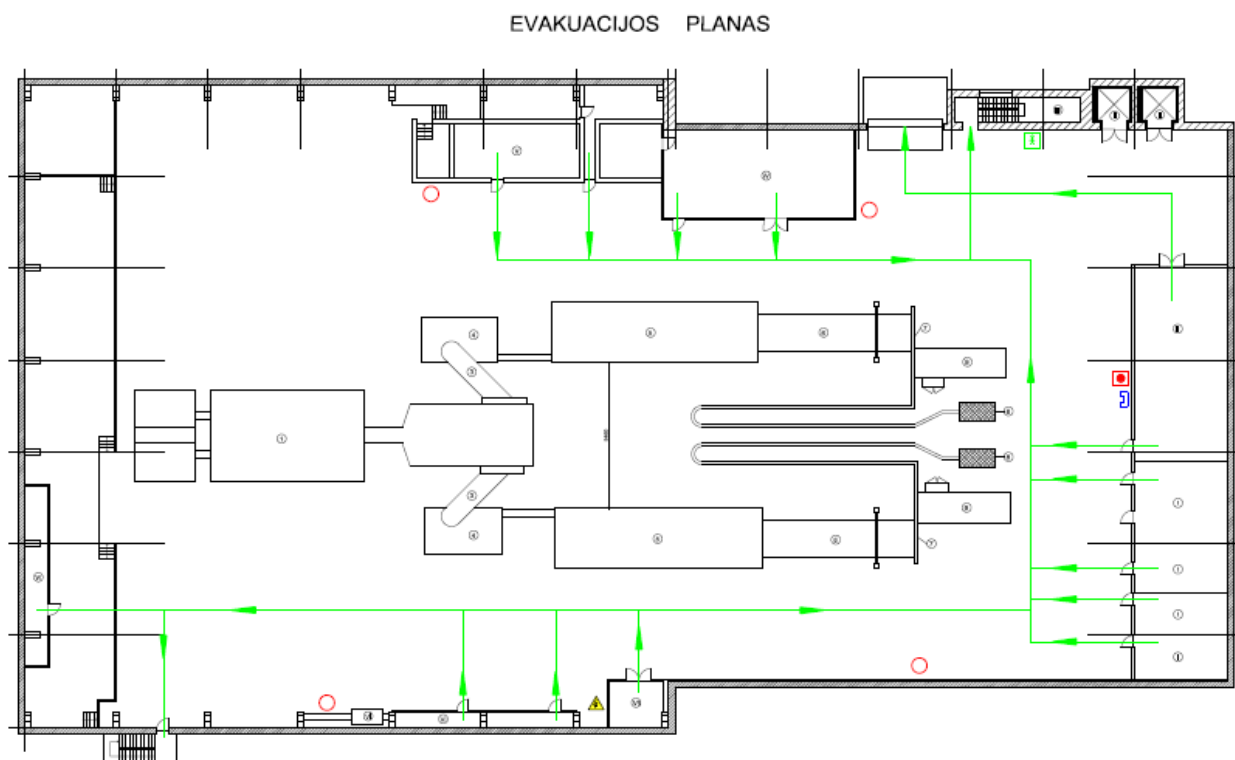
Numatyti du žmonių evakuaciniai išėjimai iš patalpų. Koridoriuose, laiptinėse ir ant evakuacijos keliuose esančių durų yra evakuacijos kryptį nurodantys ženklai. Gaisro metu, naudotis liftais draudžiama. Minimalus atstumas tarp labiausiai nutolusių išėjimų iš patalpos l , nustatomas pagal 6.1 formulę:

$$l \geq 1,5 \cdot \sqrt{P}, m \quad (6.1)$$

čia P – patalpos perimetras, m.

$$l \geq 1,5 \cdot \sqrt{2 \cdot (42 + 78,5)} = 23,29 m$$

Evakuacijos planas pateiktas 6.5.1 paveiksle.



6.2. pav. Evakuacijos planas

Gaisrams gesinti įrengtas priešgaisrinis vandentiekis – vidinis ir išorinis. Pastato viduje įrengti gaisriniai čiaupai, o išorėje – hidrantai. Gaisro atveju gali būti naudojamas lydalo aušinimo vanduo iš aušyklos. Kilus gaisrui, gesinimas vykdomas dideliu kiekiu vandens, sausu smėliu bei nedegiu audiniu. Priklausomai nuo degančių medžiagų naudojami dujiniai ir milteliniai gesintuvai. Dujų gaisrus veiksmingiausiai gesina ABC ir BC tipo milteliniai gesintuvai. Elektros įrenginius, turinčius įtampą (iki 1000 V), veiksmingiausiai gesinti dujų ir miltelių ABC klasės gesintuvais [23]. Patalpose gesintuvai išdėstomi tolygiai. Atstumas nuo bet kurios cecho vietos iki gesintuvo turi būti nedidesnis kaip 40 m. D kategorijos, pagal pavojingumo sprogimo ir gaisro atžvilgiu, patalpoms, kurių plotas neviršija 600 m², reikia bent dviejų 4 kg arba vieno 6 kg gesintuvo. Parenkami keturi ABC tipo milteliniai gesintuvai. Pirminėms gaisro gesinimo priemonėms laikyti turi būti įrengti specialūs skydai ir stendai, kuriuose laikomi: 2 gesintuvai, 2 kibirai, smėlio dėžė ir kastuvai, nedegus audeklas, 2 laužtuvai, 2 kirviai. Skydai ir stendai turi būti įrengti lengvai prieinamose ir gerai matomose vietose, netoli nuo išėjimų iš patalpų. Prie skydo ar stendo turi būti įrengta smėlio dėžė. Dėžės su smėliu arba sorbentu talpa ne mažesnė kaip 0,3 m³. Smėlio dėžė įrengiama taip, kad į ją nepatektų drėgmė. Įvairios talpos indai ir inventoriūs turi būti nudažytas raudonai.

7. FINANSINIS EKONOMINIS PROJEKTO ĮVERTINIMAS

7.1. Projektavimo aplinkos analizė ir problemų įvardijimas

7.1.1. SSGG (SWOT) analizės metodas

Stiprybės

- Produkcijos ekologiškumas;
- Ilgametė patirtis;
- Produkcijos pripažinimas užsienio rinkoje;
- Užsienio ir šalies rinkas atitinkanti gaminių kokybė;
- Pažangiausia elektroninė kokybės kontrolės sistema;
- Pastovi ilgalaikė rinka;
- Latvijoje ir Kaliningrado srityse nėra spalvoto stiklo taros gamintojų;
- Platus produkcijos asortimentas;
- Vienintelė spalvotos stiklo taros gamybos įmonė Lietuvoje;
- Kvalifikuoti darbuotojai;

Silpnybės

- Žaliavos importuojamos iš užsienio;
- Užsienio rinkoje mažai žinomas prekinis ženklas;
- Nusidėvėję įrengimai;
- Per mažas gamyboje naudojamų atliekų kiekis;

Galimybės

- Galimybė didinti užsienio rinką;
- Galimybė gauti pigesnes vietines žaliavas, mažinant transporto išlaidas;
- Galimybė supirkti ir naudoti didesnę kiekį stiklo atliekų;
- Galimybė didinti gamybos pajėgumą;

Grėsmės

- Galimas gyventojų perkamosios galios sumažėjimas;
- Galimas žaliavų brangimas dėl mažos konkurencijos;
- Didėjanti dujų ir kuro kaina;
- Dideli kokybės reikalavimai iš užsienio klientų;
- Darbuotojų atlyginimo augimas;
- Didėjanti stiklo taros kaina.

7.1.2. PEST analizės metodas

Konkurencinė aplinka

„Kauno Stiklas“ šiuo metu yra vienintelė įmonė Lietuvoje gaminanti spalvotąjį stiklo tarą. Didžiausia ir bene vienintelė grėsmė – įmonės importuojančios gaminius iš užsienio rinkų, dažniausiai Kinijos ir kitų šalių, turinčių pigią darbo jėgą, dėl to galinčių pasiūlyti mažesnę gaminio kainą. Norint konkuruoti su tokio tipo įmonėmis reikia gerinti gaminio kokybę ir tuo užsitikrinti vietą rinkoje. Dažniausiai importuotojų siūloma produkcija nusileidžia vietinei būtent savo kokybe. Pavyzdžiui, Baltarusijoje gaminamas putojančio vyno butelis sveria beveik 800 g., kai tuo tarpu, lietuvių pagamintas kone 200 g. mažiau. Nuo butelio svorio ypatingai priklauso jo transportavimo išlaidos. Ir žinoma estetinė išvaizda. Nemažą grėsmę kelia kaimyninių šalių įmonės, tokios kaip Estijos stiklo fabrikas, kuris sudaro konkurenciją ir užima didelę dalį Skandinavijos šalių rinkos. Baltijos šalyse stiklo taros paklausa didėja. Kylant pragyvenimo lygiui stiklo taroje išpilstytų produktų vartojimas auga. Gėrimai plastikiniuose buteliuose paprastai būna žemesnės kokybės, nes tokia tara praleidžia orą, o joje laikomo produkto skonio savybės kinta. Stiklinė tara yra daug estetiškesnė nei plastikinė ir netinkama gazuotiems slėginiams gėrimams išpilstyti. Todėl stiklinės taros gamyba ir toliau turi neabejotiną galimybę išlikti rinkoje.

Sociokultūrinė aplinka

Kaip jau minėta aukščiau, stiklinė tara turi savotišką prestižą. Ko gero, retas kuris įsivaizduoja save geriantį vyną iš plastikinio butelio. Šiuo atveju, neabejotina stiklo paklausa. Neigiamą įtaką gali turėtų nebent gyventojų perkamosios galios mažėjimas. Tačiau pastaraisiais metais augant vartojimui ir gyventojų pajamoms, tai minimaliai tikėtina. Per mėnesį „Kauno Stiklo“ gamykloje pagaminama apie 3 milijonai alaus butelių, kone po vieną kiekvienam Lietuvos gyventojui.

Pastaruoju metu ypatingai populiarėjant ekologinėms idėjoms bei kampanijoms, vis daugiau gyventojų įtraukiama į rūšiavimo veiklą. Šiuo atveju, įmonės gaunama nauda akivaizdi – surenkamas vis didesnis kiekis stiklo atliekų, mažėja poreikis supirkinėti atliekas iš užsienio, pinga produkcija. Sprendžiama ne tik ekonominė, bet ir ekologinė problema.

Politinė/teisinė aplinka

Didinant sunaudojamų atliekų kiekius, įmonė mažina taršą. Atsiranda galimybė gauti tiek valstybinį, tiek ES finansavimą geresniam ir efektyvesniam atliekų perdirbimui. Didelę įtaką rūšiavimo mastams turėjo privalomojo užstato (depozito) vienkartinėms gėrimų pakuotėms įvedimas. Privalomojo užstato už vienkartinę gėrimų pakuotę sistemos veikia Danijoje, Estijoje, Islandijoje, Nyderlanduose, Norvegijoje, Suomijoje, Švedijoje ir Vokietijoje. Vienkartinų

pakuočių surinkimas išaugo 80–90%. Tokiu būdu, be visa ko, surenkamos geresnės kokybės antrinės žaliavos.

Technologinė aplinka

2012 m. gegužės mėnesį įmonė užbaigė projektą „UAB „Kauno Stiklas“ stiklo taros gamybinių įrenginių modernizavimas“. Projektą finansavo Europos Sąjungos Europos Regioninės plėtros fondas pagal Ekonomikos augimo programos 2 prioriteto „Verslo produktyvumo didinimas ir aplinkos verslui gerinimas“ įgyvendinimo priemonę „Lyderis LT“. Įmonė sumontavo naują ekonomišką ir galingą stiklo lydymo krosnį, įsigijo įrangą plonasieniams buteliams gaminti bei naujausios kartos kokybės kontrolės sistemą, kurios dėka, lengvai aptinkami taroje pasitaikantys defektai bei brokas, tuo užtikrinant tik geriausią klientams tiekiamų gaminių kokybę. Nors pagrindiniai įrengimai yra nauji ar atnaujinti, tačiau daugelis kitų yra pasenę ir nusidėvėję, reikalaujantys renovacijos. Tam reikalingos didelės investicijos ir kurių pati įmonė neturi. Kadangi šie įrenginiai yra žaliavų apdorojimo stadijoje, jie didelės įtakos gaminio kokybei neturi, todėl renovacija vis atidedama ir investuotojai nėra ieškomi.

Pagrindinės problemos

Pagrindinės problemos su kuriomis šiandien susiduria įmonė – konkurentai ir rinkos plėtra bei kokybiškos žaliavos. Norint konkuruoti su rinkoje esančiais konkurentais, privalu užtikrinti gaminių kokybę. Nors įmonė jau yra įsitvirtinusi Lietuvos rinkoje, tačiau žengti į užsienio rinkas sudėtinga ir rizikinga. Žinoma, aprūpinti artimiausias kaimynes, tokias kaip Latvija bei Kaliningradas nėra sudėtinga, dėl jose nesančios vietinės rinkos. Su Baltarusija ir Lenkija galima konkuruoti gaminių kokybę. Sunkiausiai įveikiama, šiuo metu, Skandinavijos rinka, kurios didžiąją dalį užėmęs Estijos stiklo fabrikas.

Vertinant žaliavas, didžiausia kliūtis šiuo metu transportavimas, nes didžioji žaliavų dalis visgi vežama iš užsienio. Pagrindinė gamybos žaliava, kvarcinis smėlis įmonei tiekiamas iš Baltarusijos geležinkelio transportu. Kalcinuotoji soda atvežama iš Krymo, JAV, Baškirijos, Lenkijos. Naudojamas ir natrio sulfatas, atvežamas iš Prancūzijos. Vienintelis dolomitas tiekiamas iš Lietuvoje esančio Klovainių karjero. Užsienines žaliavas keisti vietinėmis sunku, nes jos nusileidžia savo kokybę bei švarumą. Dėl šios priežasties itin svarbu didinti gamyboje naudojamų atliekų kiekį, taip sumažinant gamtinių žaliavų poreikį ir automatiškai, gaminio kainą. Stiklo atliekų perdirbimas gerokai mažiau energijai imlus procesas nei gamtinių žaliavų perdirbimas. Pastarosioms, ypač smėliui ir dolomitui, reikalingas džiovinimas, o tai didina sunaudojamų dujų bei elektros energijos kainas.

7.1.3. Rinkos analizė

Užsienio kapitalo įmonė „Karhulan Lasi“ (KL) yra JAV kompanijos „Owens Illinois“ (OI) filialas Lietuvoje. Ji priklauso Suomijos grupei, kurią sudaro kompanija „OI Finnish Holdings OY“, stiklo taros fabrikai ir pardavimų biurai. „Owens Illinois“ yra laikoma didžiausia stiklo taros gamintoja pasaulyje. Tarp KL klientų – daugelis Lietuvos alkoholio fabrikų, dauguma aludarių bei maisto gamintojų. Daugiausia stiklo taros į Lietuvą atkeliauja iš Estijoje esančio fabriko „Jarvakandi Klass AS“ - 24% čia gaminamos produkcijos. Stiklo taros rinką KL dalijasi su AB „Warta glass“ ir „Kauno stiklu“. Kadangi „Warta glass“ gamina tik bespalvę stiklo tarą, „Kauno stiklo“ pagrindinis konkurentas spalvotosios stiklo taros gamyboje yra Estijoje

7.1 lentelė. Konkurencinė pagrindinių rodiklių analizė

Rodikliai	Estijos stiklo fabrikas	Kauno stiklo fabrikas
Gamyba	140 t spalvotos stiklo taros gaminių per parą.	150 t spalvotos stiklo taros gaminių per parą.
Eksportas	Eksportuojama į Latviją, Lietuvą, Suomiją, Švediją, Norvegiją, Daniją, Rusiją.	Eksportuojama į Latviją, Estiją, Švediją, Kaliningrado sritį.
Finansai	Padėtis gera, įmonė dirba pelningai.	Bendrovės veikla pelninga.
Marketingas	Sudarytas atskiras pardavimų padalinys, kurie ieško naujų klientų, palaiko bei atnaujina sutartis su senaisiais bei reklamuoja įmonę užsienio rinkose.	Sudarytas atskiras pardavimų padalinys, kuris ieško naujų klientų, palaiko bei atnaujina sutartis su senaisiais, reklamuoja įmonę užsienio rinkose.
Žmogiškieji ištekliai	Įmonėje dirba mažiau nei 100 darbuotojų.	Įmonėje dirba apie 140 darbuotojų.

Atsižvelgiant į konkurentus, sudaroma įmonės vidinio profilio analizė, kurios rezultatai pateikiami 7.2 lentelėje.

7.2. lentelė. Vidinio profilio analizė

Vidiniai ištekliai	Vertinimas	Komentaras
FINANSAI		
Bendri veiklos rezultatai	Nežymus trūkumas	Gauto pelno dalis perleidžiama investuotojams. Dalis atidedama amortizaciniams atskaitymams.
Galimybė didinti kapitalą	Nežymus trūkumas	Kapitalas bus didinamas esant geriems pardavimams. Tuo tarpu konkurentai priklauso dideliame stiklo taros gamintojų koncernui, kuris pinigus skirsto centralizuotai.
Grynasis apyvartinis turtas	Neutralus	Abi įmonės turi ilgametę patirtį, todėl apyvartinės lėšos nusistovėję.
MARKETINGAS		
Rinka	Neutralus	Abi įmonės turi pakankamą rinkos dalį.
Rinkos pažinimas	Neutralus	Abi įmonės turi ilgametę darbo patirtį, todėl gerai pažįsta rinką.
Reklama ir rėmimas	Neutralus	Abi įmonės žinomos rinkoje.
Kaina	Neutralus	Abiejų įmonių gaminių savikaina panaši.
Paskirstymas	Neutralus	Abi įmonės skirto gaminius iš savo gamybos vietos.
GAMYBA		
Vieta	Nedidelis pranašumas	Abi įmonės įsikūrusios netoli jūros uostų. Kauno stiklo geografinė padėtis palankesnė, nes stiklo pramonėje priimta automašinomis transportuoti gaminius iki 500 km atstumu, todėl įmonė gali laisvai prekiauti Lietuvoje, Latvijoje, Kaliningrado srityje. Dėl Klaipėdos uosto galima prekiauti su Skandinavijos šalimis.

Gamybiniai pajėgumai	Nedidelis pranašumas	Konkurentai pardavinėja tiek spalvotą, tiek nespalvotą stiklo tarą, tačiau Kauniečių spalvoto stiklo taros gamybos našumas gerokai didesnis.
Ryšys su tiekėjais	Neutralus	Abi įmonės dėl ilgalaikės gamybos turi glaudžius ryšius su tiekėjais.
Kokybės kontrolė	Didelis pranašumas	Įmonėje įdiegta naujos kartos automatizuota kokybės kontrolės sistema.
ĮMONĖS KULTŪRA		
Organizacijos struktūra	Neutralus	Darbuotojai ir valdančiosios struktūros paskirstytos optimaliai.
Taisyklės, politika, procedūros	Neutralus	Visos taisyklės paremtos ES reikalavimais.
Organizacijos įvaizdis	Nedidelis pranašumas	2012 m. konkurentų įmonė gavo naujų užsakymų, dėl to atsisakė tiekti produkciją buvusiems klientams. Tai pablogino įmonės įvaizdį rinkoje.
PERSONALAS		
Darbuotojų skaičius	Neutralus	Abiejų įmonių darbuotojų skaičius optimalus.
Kvalifikacijos tinkamumas	Neutralus	Abiejų įmonių darbuotojai aukštos kvalifikacijos.
Darbo apmokėjimo sistema	Neutralus	Darbuotojų atlyginimai konkurencingi, atitinkantys kvalifikaciją.

Kauno stiklo fabrikas, vienintelė įmonė Lietuvoje, kuri gamina spalvoto stiklo tarą. Tad tokius butelius iš jos perka aludariai (bendrovės „Švyturys-Utenos alus“, „Kalnapilio-Tauro grupė“), didelės ir mažesnės alkoholinių gėrimų gamybos bendrovės.

Prieš porą metų fabrike įdiegus naują gamybos liniją – pastačius sekcijinę stiklo formavimo mašiną, įmonė pradėjo gaminti ir plonasienius mažesnio svorio butelius. Tai padidino ir eksporto

plėtos galimybes. Šiuo metu „Kauno stiklas“ bendradarbiauja su latvių įmone „Aldaris“, estų „Saku Ollethase“, švedų „Kopparbergs Bryggeri“, vokiečių „Rethra Kellerei“ ir kitais gėrimų gamintojais.

Įmonė yra stabiliai įsitvirtinusi Lietuvos rinkoje, tačiau užsienio rinkoje, ypač Skandinavijoje, dominuoja konkurentai. Norint užsitikrinti užsienio klientų palankumą ypatingai svarbu palaikyti gaminių kokybę.

7.2. Projektavimo tikslo nustatymas ir strategijos parinkimas

Vykstant bendriems veiklos ir konkurencijos globalizacijos procesams, į juos neišvengiamai įtraukiamos visos įmonės, todėl konkurencinėje rinkoje gali išlikti tik tos, kurios sugeba konkuruoti didėjančios tarptautinės konkurencijos sąlygomis. Verslo aplinką apsprendžia daugybė veiksnių: konkrečių įmonių ir produktų padėtis rinkoje, kaimynai, infrastruktūra, verslo tradicijos ir kita. Didžiulę įtaką daro ir valdžia (visų lygių – vietos, regioninė, centrinė, Europos Sąjunga).

Pagrindiniai projektavimo tikslai – gamybos proceso optimizacija ir modernizacija, didinant gamyboje sunaudojamų stiklo atliekų kiekį, bei rinkos plėtra.

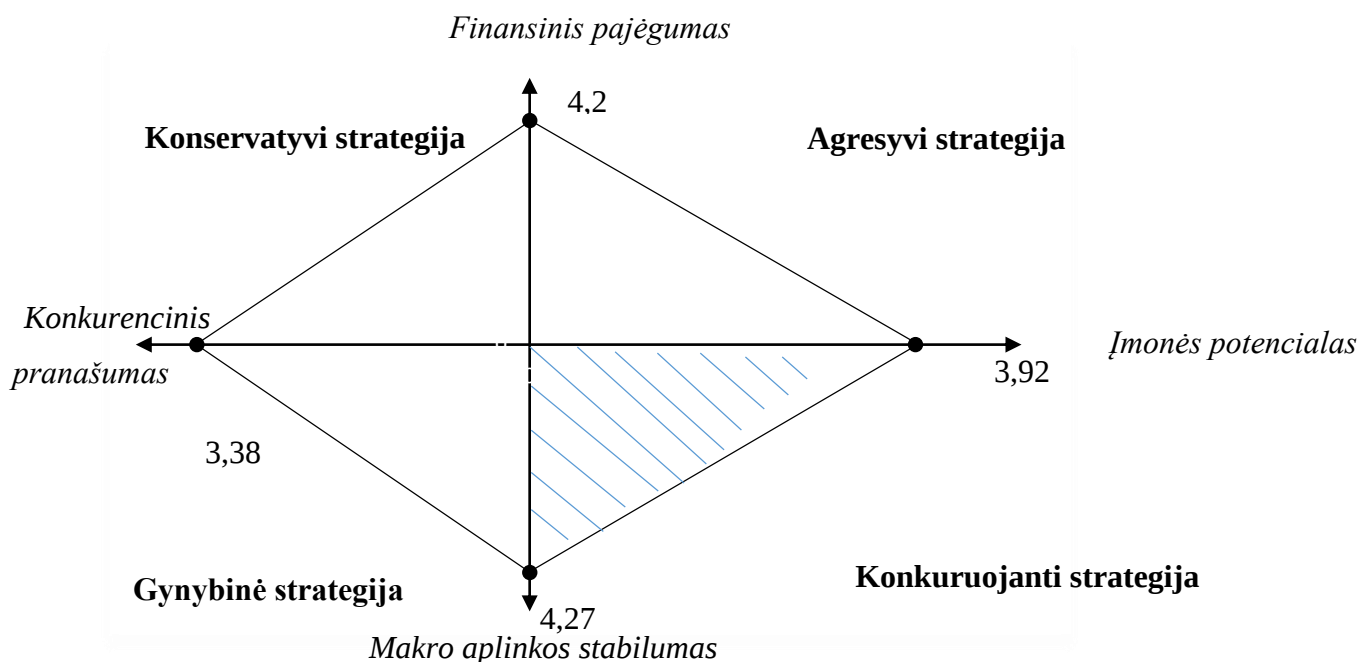
Darbo uždaviniai:

- Gauti pelną;
- Sukurti naujų darbo vietų;
- Perdirbti kaip galima daugiau stiklo atliekų;
- Prisidėti prie atliekų rūšiavimo skatinimo;
- Palaikyti produkcijos kokybę;
- Įsitvirtinti vietinėje rinkoje;
- Plėsti užsienio rinką;

Marketingo strategijos parenkamos naudojant SPACE metodą.

7.3. lentelė. SPACE metodo rezultatai

	Gautas rezultatas
Makro aplinkos stabilumas	4,27
Konkurencinis pranašumas	3,38
Įmonės potencialas	3,92
Finansinis pajėgumas	4,2



7.1. pav. Marketingo strategijos parinkimas

Pagal SPACE metodą gauta palankiausia strategija – konkuruojanti. Tokiu atveju, pranašumai stiprinami, o silpnybės naikinamos.

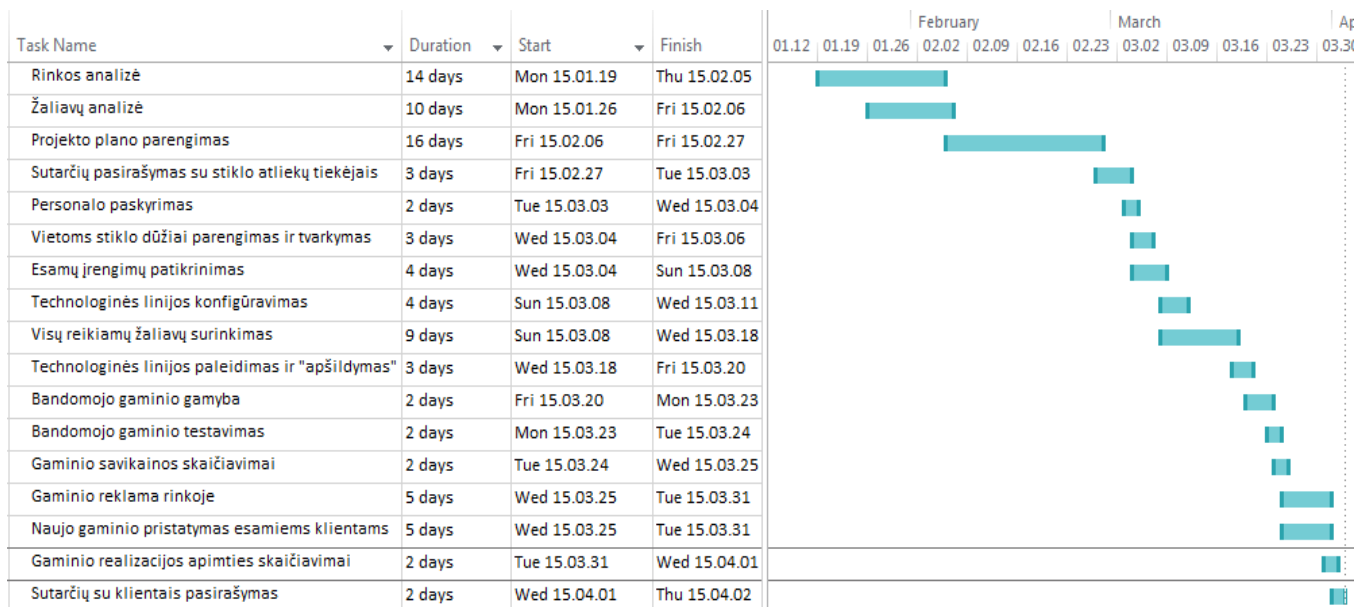
Konkuruojanti strategija sudaroma tuomet, kai konkuruojančios įmonės pakankamai savarankiškos ir pajėgios įgyvendinti savo strategiją be agresijos. Konkurencinė strategija – tai kai turimas konkurencinis pranašumas tam tikroje veiklos srityje, šiuo atveju, bus konkuruojama produkto kokybe.

7.3. Projektavimo ir jo valdymo procesų planavimas

Galima išskirti šias inovacinės veiklos projekcinio ciklo fazes:

1. Inovacijų identifikavimo fazė, kurios metu turi būti priimtas sprendimas dėl projekto įgyvendinimo bei parengti kai kurie projekto įgyvendinimo planai. Šiame etape atliekamas projekto galimumo tyrimas, jo parinkimas ir apibrėžimas, atliekami iki projektiniai bei projektiniai tyrimai, galutinai įvertintos inovacijos alternatyvos ir priimamas sprendimas. Nagrinėjamoju atveju, analizuojama stiklo taros gamintojų rinka. Vertinamos stiklo atliekų surinkimo galimybės ir mastai. Šioje fazėje parenkami pagrindiniai projekto parametrai, atrenkama priimtinausia projekto įgyvendinimo alternatyva.
2. Įgyvendinimo fazė, kurios metu priimami reikiami inžineriniai, valdymo sprendimai, sudaromos derybos bei įvairios suartys, sprendžiami finansavimo, personalo parinkimo ir parengimo klausimai, projektas paleidžiamas ir atiduodamas eksploatacijai.

3. Eksploatacinė fazė, kurios metu atliekama veiklos analizė, lyginami projektiniai ir realiai gaunami ekonominiai rodikliai, nustatomos ir sprendžiamos techninės, įrangos veikimo, darbo našumo ir darbuotojų kvalifikacinės problemos. Analizuojama gaminio savikaina, realizacijos apimtys, pelnas, rinkos plėtra.



7.2. pav. Ganto grafikas

7.4. Projektavimo procesų valdymo organizavimas

Nagrinėjamos inovacijos organizacinė valdymo struktūra bus linijinė. Ji turi minimalų valdymo pakopų skaičių ir labai aiškiai išreikštą pavaldumą. Kiekvienas darbuotojas atlieka visas funkcijas jam pavestose srityse. Ši struktūra reikalauja iš kiekvieno darbuotojo plataus spektro žinių. Tokiai sistemai būdingas vienvaldiškumas, atsakomybės pasiskirstymas. Visų pareigos įmonėje yra svarbios, todėl atsiranda vertikalūs (linijiniai) ryšiai, dalis pareigų ir teisių perduodama darbuotojų vienas kitam. Kuo aukštesnis specializavimo lygis, tuo aukštesnis kooperavimo lygis. Galima teigti, kad visuomeninio darbo pasidalijimo požiūriu darbo pasidalijimas ir gamybos kooperavimas yra tarpusavyje susiję, vienas kitą papildo ir vienas be kito negali egzistuoti.

Investuotojai, akcininkai ir vadovai galės konsultuoti finansų bei valdymo klausimais, dalyvauti valdymo organuose, bet aktyviai nesikišti į kasdienę veiklą. Pagal Lietuvos Respublikos įstatymus įmonės akcininkas yra pagrindinis įmonės veiklai vadovaujantis asmuo.

7.5. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai

7.4. lentelė. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai

Projekto kaštai		Finansavimo šaltiniai	
Struktūra	tūkst. Lt	Struktūra	tūkst. Lt
1. Ilgalaikiam turtui įsigyti, tarp jo gamybos priemonėms	29161,38	1. Akcininkų nuosavybė; akcinis kapitalas,	21478,23 20478,23
2. Trumpalaikiam turtui įsigyti, tarp jo žaliavoms ir pagrindinėms medžiagoms	29363,31	rezervai	1000
3. Kiti kaštai	13953,54	2. Paskolos: ilgalaikės, trumpalaikės	51000 50000 1000
Viso kaštų:	72478,23	Viso šaltinių:	72478,23

Kaštai ilgalaikiam turtui įsigyti, pateikti Statybinių sprendimų skyriuje 5.2 lentelėje.

7.6. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) vertės skaičiavimas

7.5. lentelė. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) poreikis

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai					
	0	1	2	3	4	5
1. Gamybos apimtis, natūriniais vienetais (mln. vnt.)	80	80	90	100	110	120
2. Gamybos prieaugio koeficientas		1,000	1,125	1,111	1,100	1,091
3. Apyvartinių lėšų metinis poreikis, tūkst. Lt		57800	65025	72250	79475	86700
4. Apyvartinių lėšų poreikio prieaugis, tūkst. Lt			7225	7225	7225	7225
5. Apyvartinės lėšos, tūkst. Lt	23120					

7.7. Produkcijos gamybos apimtis ir realizacinės pajamos

7.6. lentelė. Produkcijos gamybos apimtys ir realizacinės pajamos

Rodikliai	Gamybos įsisavinimo koeficientas	Gaminiai		Viso, tūkst. Lt
		Putojančio vyno buteliai	Alaus buteliai	
1. Produkcijos gamybos (pardavimo) apimtis brandos stadijoje, mln. vnt.	1	30	50	
2. Gaminio kaina, Lt.		0,76	0,7	
3. Realizacinės pajamos brandos stadijoje, tūkst. Lt.	-	22800	35000	57800
4. Realizacinės pajamos pirmaisiais projekto gyvavimo metais, tūkst. Lt	0,7	15960	24500	40460
5. Realizacinės pajamos antraisiais projekto gyvavimo metais, tūkst. Lt	0,75	17100	26250	43350

7.8. Gamybos kaštai

7.8.1. Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas

7.7. lentelė. Išlaidos pagrindinėms medžiagoms ir žaliavoms

Medžiagos (žaliavos) pavadinimas	Gamybos planas, tūkst. vnt.	Medžiagų sunaudojimo norma kg/1000 butelių	Medžiagos kaina, Lt/kg	Medžiagos poreikis, t	Medžiagų kaštai	
					gaminio, Lt/vnt.	viso, tūkst. Lt
Kvarcinis smėlis	80000	63,43	0,08	5074,4	0,00488	390,73
Klintis		21,12	0,19	1689,6	0,00397	317,64
Molžemis		1,64	0,33	131,4	0,00053	42,71
Anglis		0,28	0,44	22,4	0,00012	9,83
Duženos		434,99	0,29	34799,2	0,12702	10161,37
Soda		21,25	0,69	1700	0,01468	1174,70
Natrio sulfatas		0,91	0,53	72,8	0,00048	38,66
Karšto galo padengimo skystis		0,060	40,0	4,8	0,00240	192
Šalto galo padengimo skystis		0,006	23,0	0,48	0,00014	11,04
Formų tepimo skystis		0,084	48,0	6,72	0,00403	322,56

Kt. tepalai		0,045	16,85	3,6	0,00076	60,66
Padėklai		0,947	30	75,76	0,02841	2272,8
Kartonas		8,82	1,13	705,6	0,00997	797,328
Perdengimo plėvelė		6,23	0,25	498,4	0,00156	124,6
Termo plėvelė		24,46	0,67	1956,8	0,01639	1311,056
Viso:					0,36704	29363,31

7.8. lentelė. Tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui

Gaminys, profesijos	Metinė gamybos apimtis, mln. vnt.	Laiko norma arba išdirbio norma, nh/vnt	Programos darbo imlumas, tūkst. h	Darbininkų skaičius	Valandinis tarifinis atlygis, Lt/val.	Vienetinis įkainis, Lt/vnt.	Pagrindinis darbo užmokestis, tūkst. Lt	Papildomas darbo (11 %) užmokestis, tūkst. Lt	Bendras darbo užmokestis, tūkst. Lt	Atskaitymai soc. Draudimui (30,8 %), tūkst. Lt
Putojančio vyno butelis	30	0,025	750	1	3	0,075	2250	247,5	2497,5	769,23
Viso:									3266,73	
Alaus butelis	50	0,03	1500	1	2	0,06	3000	330	3330	1025,64
Viso:									4355,64	
Iš viso:									7622,37	

7.9. lentelė. Tiesioginės išlaidos elektros energijai

Įrengimų pavadinimas ir markė	Įrengimų skaičius, vnt.	Variklio galia, kW	Darbo valandų skaičius metuose, h	Elektros energijos poreikis, kWh	1kWh kaina, Lt	Išlaidos elektros energijai, tūkst. Lt
1	2	3	4	5	6	7
Tiektuvas	2	1,65	8736	28828,8	0,366	10,55
Lydkrosnė	1	545	8736	4761120		1742,57
Fiderio mechanizmas	2	11,4	8736	199180,8		72,90

Formavimo mašinos	2	127,2	8736	2222438		813,41
Atkaitinimo krosnis	2	236	8736	4123392		1509,16
Kokybės kontrolės mašina	2	0,75	8736	13104		4,80
Plėvelės aplydymo mašina	1	70	8736	611520		223,82
Viso:						4377,21

7.10. lentelė. Tiesioginės išlaidos vandeniui

Gaminio pavadinimas	Gamybos apimtis, natūriniais mln. vnt.	Vandens sąnaudos vienam gaminiui, m ³	1 m ³ vandens kaina, Lt	Išlaidos vandeniui, tūkst. Lt
1	2	3	4	5
Putojančio vyno butelis	30	0,0003	5,04	120,96
Alaus butelis	50			

7.8.2. Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas

7.11. lentelė. Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija)

Ilgalaikio turto rūšis	Įsigijimo vertė, tūkst. Lt	Normatyvinė eksploataavimo trukmė	Nusidėvėjimo suma, tūkst. Lt metams					Likutinė vertė, tūkst. Lt
			I	II	III	IV	V	
1. Pastatai	2991	20	119	119	119	119	119	598,2
2. Įrengimai:								
Lydkrosnė	18440	10	1659	1659	1659	1659	1659	1844
Kokybės kontrolės mašina	431	15	26	26	26	26	26	43,1
Pakavimo plėvelės užvilkimo įrenginys	385	20	17	17	17	17	17	38,4
3. Kitas ilgalaikis turtas	200	15	12	12	12	12	12	20
Viso:								2543,7

7.12. lentelė. Gamybos kaštais

Kaštų rūšys	Gamybos kaštai, tūkst.Lt		
	Gaminiai		Viso
	Putojančio vyno butelis	Alaus butelis	
Brandos stadijoje			
1. Pagrindinės medžiagos	11011,24	18352,07	29363,31
2. Energija technologijai ir vanduo	1686,81	2811,35	4498,17
3. Gamybinių darbininkų darbo užmokestis	2497,5	3330	5827,50
4. Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui	769,23	1025,64	1794,87
5. Gamybinės netiesioginės išlaidos	687,38	1145,63	1833
Viso gamybos kaštų, tūkst. Lt	Σ 16652,16	Σ 26664,69	Σ 43316,85
Viso gamybos kaštų, %	38,44	61,56	100
Produkcijos gamybos planas, tūkst. vnt	30000	50000	-
Gaminio gamybinė savikaina, Lt	0,56	0,53	-
Pirmaisiais projekto gyvavimo metais			
Viso gamybos kaštų, tūkst. Lt	17484,77	27997,93	45482,70
Gaminio gamybinė savikaina, Lt	0,58	0,55	
5-siais projekto gyvavimo metais			
Viso gamybos kaštų, tūkst. Lt	21252,85	34031,70	55284,55
Gaminio gamybinė savikaina, Lt	0,61	0,60	

7.13. lentelė. Veiklos kaštai

Gamybos kaštai, Lt	Priimamas procentas, %	Veiklos kaštai, Lt
<i>Pirmais projekto gyvavimo metais</i>		
45482,69	10	4548,27
<i>Antrais projekto gyvavimo metais</i>		
47756,83	10	4775,68
<i>Trečiais projekto gyvavimo metais</i>		
50144,67	10	5014,47
<i>Ketvirtais projekto gyvavimo metais</i>		
52651,90	10	5265,19
<i>Penktais projekto gyvavimo metais</i>		
55284,45	10	5528,45

7.8. Finansinės ir investicinės sąnaudos

7.14. lentelė. Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas

Rodikliai	Metai					
	0	I	II	III	IV	V
1. Kredito (paskolos) suma, tūkst. Lt	51000	41000	31000	21000	11000	1000
- ilgalaikė	50000	40000	31000	21000	11000	1000
- trumpalaikė	1000	1000	-	-	-	-
2. Metinė palūkanų norma, %:						
- ilgalaikės paskolos	10	10	10	10	10	10
- trumpalaikės	5	-	-	-	-	-
3. Palūkanos, tūkst. Lt :						
- ilgalaikės	5000	4000	3100	2100	1100	100
- trumpalaikės	50	-	-	-	-	-
Viso:						
4. Ilgalaikio kredito padengimas (grąžinimas), tūkst. Lt	10000	10000	10000	10000	10000	1000

7.9. Gaminių kainos skaičiavimas

7.15. lentelė. Gaminių kainos apskaičiavimas

Gaminiai	Gamybinė savikaina, tūkst. Lt	Veiklos sąnaudos (10 % nuo gamybos kaštų), tūkst. Lt	Investicinės veiklos sąnaudos, tūkst. Lt	Pilnoji savikaina, tūkst. Lt	Pelnas		Viso
					Rentabilumo procentas	Tūkst. Lt	Lt/vnt.
Putojančio vyno butelis	16652,16	1665,22	2525	20742,38	10	2074,24	0,76
Alaus butelis	26664,69	2666,47	2525	31856,16	10	3185,62	0,70

7.10. Grynujų pinigų srautų ir pelno skaičiavimas rekonstrukcijos atveju

7.16 lentelė. Sąnaudų pasikeitimas įgyvendinus projektą

Sąnaudų rūšis	Išlaidos/sąnaudos prieš rekonstrukciją		Išlaidos/sąnaudos po rekonstrukcijos		Išlaidų/sąnaudų pokytis gaminio vienetui, Lt/vnt.
	Viso sąnaudų, tūkst. Lt	Sąnaudos, tenkančios produkcijos vienetui, Lt/vnt.	Viso sąnaudų, tūkst. Lt	Sąnaudos, tenkančios produkcijos vienetui, Lt/vnt.	
Išlaidos pagrindinėms medžiagoms	29363,31	0,367	29363,31	0,367	0
Energijos išlaidos	6000	0,102	4498,17	0,056	0,046
Amortizacija (nusidėvėjimas)	2500	0,042	1833	0,023	0,019
Darbo užmokesčio išlaidos	7622,37	0,095	7622,37	0,095	0
Bazinė gamybos apimtis, mln. vnt.	59				
Gamybos apimtis projekte, mln. vnt.	80				
Viso išlaidų ekonomija gaminio vienetui (be amortizacijos), Lt/vnt.					0,065
Viso išlaidų ekonomija (nuostolis), tūkst. Lt:					2168,83

7.17 lentelė. Projekto grynujų pinigų srautų (GPS) skaičiavimas

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai					
	0	1	2	3	4	5
1. Papildomai gauta pelno suma dėl einamųjų išlaidų pasikeitimo (be amortizacijos) gaminio vienetui, Lt/vnt.	0,065	0,075	0,086	0,099	0,114	0,131
2. Projektinė gamybos apimtis, mln. vnt.	80,00	80,00	90,00	100,00	110,00	120,00
3. Papildomai gauta pelno suma, tūkst. Lt	5200,00	5980,00	7736,63	9885,69	12505,39	15688,59
4. Pelno mokesčio suma, tūkst. Lt	780,00	897,00	1160,49	1482,85	1875,81	2353,29
5. Papildomai gauta pelno suma, atskaičius pelno mokesčių, tūkst. Lt	4420,00	5083,00	6576,13	8402,83	10629,59	13335,30

6. Amortizacijos (nusidėvėjimo) pasikeitimas, tūkst. Lt	1833,00	1833,00	1833,00	1833,00	1833,00	1833,00
7. Mokesčių sumažėjimas dėl amortizacijos, tūkst. Lt	274,95	274,95	274,95	274,95	274,95	274,95
8. Grynieji einamieji pinigų srautai gamyboje, tūkst. Lt	4694,95	5357,95	6851,08	8677,78	10904,54	13610,25
9. Papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą (trumpalaikį turtą), tūkst. Lt	-2165,84	-2274,13	-2387,84	-2507,23	-2632,60	
10. Investicijos į ilgalaikį turtą (pagrindinį kapitalą), tūkst. Lt	-29161,38					
11. Bendri projekto GPS	-26632,27	3083,82	4463,24	6170,55	8271,94	13610,25

7.11. Investicijų efektyvumo vertinimas

7.11.1. Vidutinių svertinių kapitalo kaštų skaičiavimas

Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai apskaičiuojami taip:

$$KK = W_{js} \cdot k_{js} + W_{pr} \cdot k_{pr} + W_p \cdot k_p; \quad (7.1)$$

$$KK = 0,5 \cdot 8,5 + 0,3 \cdot 1 + 0,2 \cdot 3,01 = 5,15 \%$$

čia W_{js} , W_{pr} , W_p – svarumo koeficientai, parodantys įsiskolinimų, privilegijuotųjų ir paprastųjų akcijų lyginamąjį svorį kapitalo struktūroje.

Įsiskolinimų (paskolos) kaštai k_{js} paskaičiuojama pagal 7. 2 lygtį:

$$k_{js} = i \cdot (1 - M); \quad (7. 2)$$

$$k_{js} = 10 \% \cdot (1 - 15 \%) = 8,5$$

čia i – palūkanų norma paskolai, %; M – vidutinė mokesčių norma (vidutiniškai 15 %).

Privilegijuotosios akcijos kaina k_{pr} apskaičiuojama pagal 7.3 formulę:

$$k_{pr} = (D_{pr}/P_a) \cdot 100; \quad (7. 3)$$

$$k_{pr} = (1/100) \cdot 100 = 1$$

čia D_{pr} – metinis privilegijuotosios akcijos dividendas; Lt; P_a – pelnas, kurį įmonė gauna išleisdama akcijas, Lt.

Naujai išleistos paprastosios akcijos k_p kaina apskaičiuojama pagal 7. 4 lygtį:

$$k_p = (D_p/P_a + q) \cdot 100, \quad (7. 4)$$

$$k_p = (1/10000 + 0,03) \cdot 100 = 3,01$$

čia q – dividendų prieaugio norma; ją galima parinkti pagal praeitų metų normą, prognozuoti.

7.11.2. Diskontuotas investicijų atsipirkimo periodo skaičiavimas

Diskontuotas investicijų atsipirkimo periodas T – tai laikas per kurį ekonominė nauda padengia investicines išlaidas. Apskaičiuojamas, kaupiant grynuosius GPS ir stebint, kada jų suma taps lygi nuliui. Investicijos efektyvios, jei $T < 5$ metai. Inovacija atsiperka jau pirmaisiais metais, todėl yra efektyvi.

7.11.3. Grynosios esamosios vertės (GEV) skaičiavimas

Sumuojant grynuosius GPS, diskontuotus pagal kapitalo kainą, gauname grynąją esamąją vertę (GEV). GEV – tai visų projekto diskontuotų GPS suma, pradedant nuliniiais metais. Pirmiausia apskaičiuojama diskonto norma i :

$$i = i_{inf} + KK, \quad (7.5)$$

čia i_{inf} – infliacija, KK – kapitalo kaštai.

$$i = 2,3 \% \text{ (vidut. met. infliacija)} + 5,15\% = 7,45 \%$$

$$GEV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} \quad (7.6)$$

$$GEV = 740 \text{ tūkst. Lt}$$

7.11.4. Vidinės pelno normos skaičiavimas

Vidinė pelno norma – tai diskonto norma r , kuri projekto būsimųjų grynųjų pinigų įplaukų dabartinę vertę prilygina projekto būsimų išlaidų dabartinei vertei. Tai ekvivalentiška tokiai išraiškai:

$$\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+KK)^t} = 0 \quad (7.7)$$

$$IRR = 8 \%$$

7.11.5. Pelningumo arba rentabilumo indekso skaičiavimas

Pelningumo arba rentabilumo indeksas – tai pelno ir išlaidų santykis:

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{\left(\frac{GPS_i}{(1+KK)^n} \right)}{GPS_0} = 1,029 \quad (7.8)$$

čia $\frac{GPS_i}{(1+KK)^n}$ – diskontuotų GPS suma, pradedant pirmaisiais metais; GPS_0 – nulinių metų

GPS.

Jis parodo santykinį projekto pelningumą arba dabartinę pelno vertę, tenkančią dabartinių išlaidų vienam piniginiam vienetui. Projektas yra priimtinas, jei PI yra didesnis už vienetą; kuo jis didesnis, tuo projektas priimtinesnis.

7.11.6. Lūžio taško skaičiavimas

Lūžio taško arba kritinę gamybinę apimtį galima rasti pagal 7.9 lygtį:

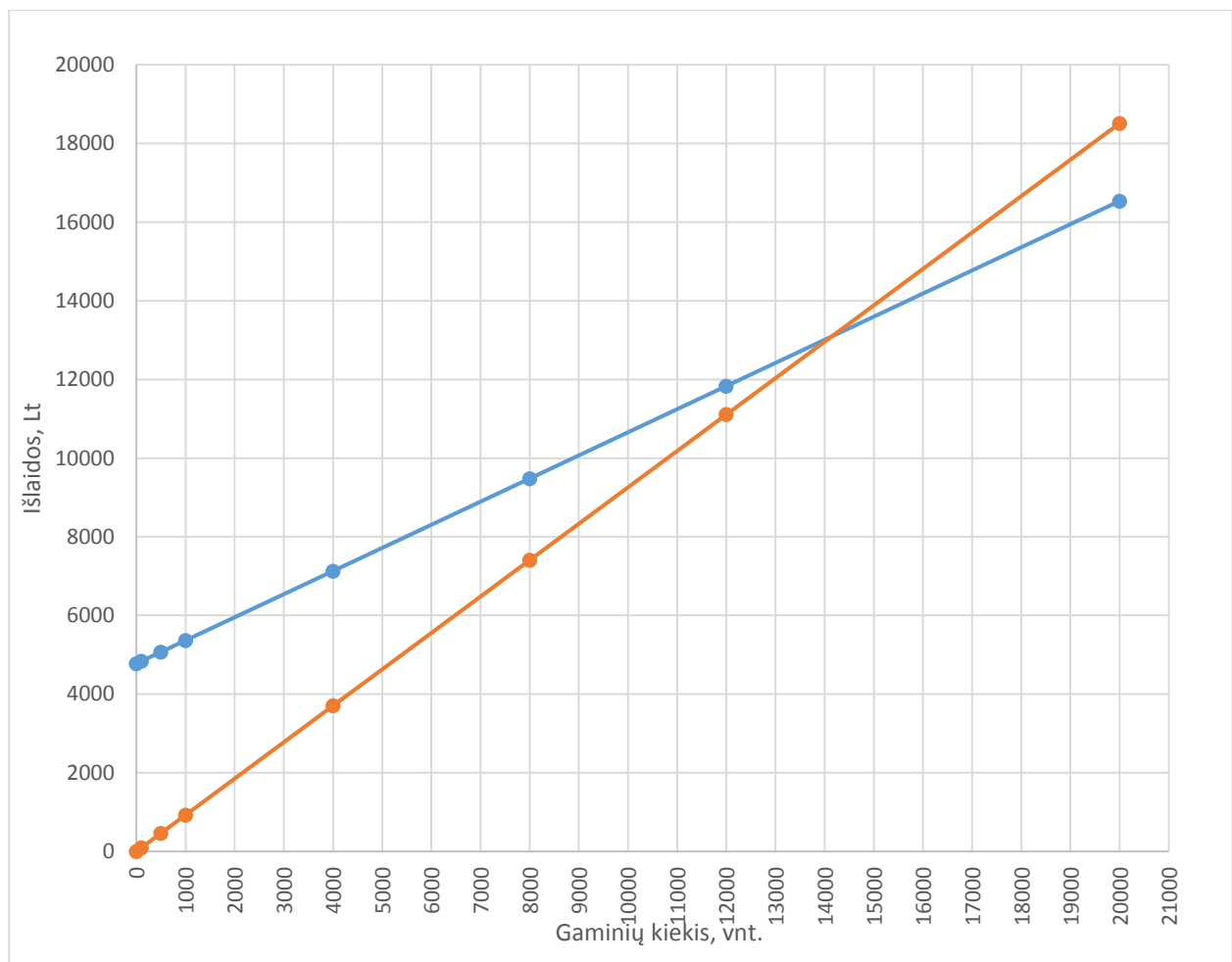
$$B_{Lj} = \frac{PK_j}{c_j - kk_j}; \quad (7.9)$$

čia B_{Lj} – j-ojo gaminio pardavimo apimtis lūžio taške, vnt.; PK_j – j-ajam gaminiui priskiriama visa pastoviųjų kaštų suma, Lt; c_j – j-ojo gaminio vieneto kaina, Lt; kk_j – j-ojo gaminio vieneto kintamieji kaštai, Lt.

Apskaičiavus lūžio tašką, duomenys pateikiami 7.18 lentelėje ir 7.3 grafike.

7.18. lentelė. Lūžio taško apskaičiavimas

Rodikliai	Gaminio pavadinimas: alaus buteliai
Pastoviųjų kaštų suma, Lt	4775,68
Gaminio kaina, Lt	0,93
Gaminio kintamieji kaštai, Lt/vnt	0,59
Lūžio taškas, tūkst. vnt.	14138
Pardavimų planas, tūkst. vnt.	50000



7.3. pav. Lūžio taško skaičiavimas

Visi pagrindiniai projekto ekonominiai rodikliai pateikti **1.1 lentelėje**.

8. APLINKOSAUGINIS VERTINIMAS

Aplinkosauginis vertinimas prasideda nuo žaliavų (t. y. cheminių medžiagų ar preparatų [25]) ir išteklių bei produktų balanso. Šiame aplinkosauginiame vertinime, vertinamas tik stiklo lydymo ir gaminių formavimo cecho darbas, nevertinant žaliavų apdorojimo ir paruošimo bei gaminių realizacijos. Aplinkosauginio vertinimo duomenys pateikiami 8.1–8.6 lentelėse.

8.1. lentelė. Duomenys apie naudojamas žaliavas

Žaliavos pavadinimas	Kiekis naudojant objektą, t/metus	Cheminės medžiagos ar preparato klasifikavimas ir ženklavimas		
		kategorijos pavadinimas	pavojaus nuoroda	rizikos frazės, saugumo frazės
1	2	3	4	5
Kvarcinis smėlis (SiO ₂)	4656,96	cheminė medžiaga	T, Xn	R: 48/20-36/38-45, S: 22-24/25-45-26-53
Kalcinuotoji soda (Na ₂ SO ₄)	1559,94	preparatas	Xi	R: 36-41-37/38, S: 26-36-37/39
Molžemis (Al ₂ O ₃)	120,75	cheminė medžiaga	Xi	R: 36/37/38, S: 2-22-26-36-51-24/25
Klinties atsijos (CaCO ₃)	1550,80	cheminė medžiaga	Xi	R: 41-37/38 S: 26-36/37/39
Natrio sulfatas (Na ₂ SO ₄)	66,57	cheminė medžiaga	Xi	R: 36 S: 26-39
Antracitas (C)	20,23	cheminė medžiaga	-	-

Veiklai nenaudojamos cheminės medžiagos, turinčios pavojingų sudedamųjų dalių.

8.2. lentelė. Duomenys apie energetinėms reikmėms naudojamus išteklius

Produkcija		Energetinėms reikmėms naudojami ištekliai		
pavadinimas	kiekis per metus	pavadinimas	kiekis per metus	šaltiniai
Alaus buteliai	50 mln.	Gamtinės dujos	6717093 nm ³	AB „Lietuvos dujos“
Putojančio vyno buteliai	30 mln.	Elektros energija	6830680 kWh	AB „Lesto“

Energetinėms reikmėms sunaudojamų išteklių kiekiai pateikti bendram produkcijos kiekiui, t.y. 80 mln. Gaminių per metus pagaminti.

Sekančiame aplinkosauginio vertinimo etape pateikiami duomenys apie objekto veiklos sąlygojamą fizikinę ir biologinę taršą. Įmonėje, gamybos metu nesusidaro jokia biologinė tarša, jonizuojančioji ar elektromagnetinė spinduliuotė. Vienintelis galimas fizikinės taršos šaltinis – stiklo gaminių formavimo mašinos, kurios skleidžia triukšmą. Įmonėje dirba dvi tokios formavimo mašinos. Pagal LR Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatus, ribinė ekspozicijos vertė $L_{EX,8h} = 87$ dB. Kadangi formavimo mašinos dirba nepertraukiamu režimu, kasdienio triukšmo lygio norminės vertės yra viršijamos. Dėl to, darbuotojai, dirbantys prie formavimo mašinų, privalo turėti ir naudoti apsaugines priemones klausos organams – specialius kištukus.

Toliau pateikiami atliekų tvarkymo sprendiniai.

8.3. lentelė. Atliekos, atliekų tvarkymas

Technologinis procesas	Atliekos pavadinimas	Atliekų kiekis, t/metus	Atliekų agregatinė būseną	Atliekų kodas pagal atliekų sąrašą [27]
1	2	3	4	5
1. Stiklo lydymas	Stiklas	2262,45	kieta	160120
2. Išmetamųjų dujų valymas	Dumblas	-	skysta	170505
3. Pakavimas	Polietileno plėvelė,	195,68	kieta	191204
	gofruotas kartonas,	70,56	kieta	200101
	mediniai padėklai	7,58	kieta	150103

Stiklo atliekos susidaro kai stiklo taros gamybos metu dėl kokių nors priežasčių (įrengimų gedimai, išsiderinus lydymo procesui ir pan.) atsiranda nekokybiškų gaminių, taip pat kai, sugedus stiklo gaminių formavimo mašinai, stiklo masė leidžiama į granuliatorių. Stiklo atliekos, taip pat, susidaro šalto remonto metu išleidus iš stiklo lydymo krosnies stiklo masę. Išmetamųjų dujų valymo dumblas susidaro nusodinus šlapio valymo įrenginių dumblą. Plastmasinės, popierinės bei kartoninės, medinės pakuočių atliekos susidaro pakuojant pagamintą produkciją. Visos kitos atliekos susidaro gamybą aptarnaujančiuose padaliniuose (įrengimų priežiūra ir remontas, transporto priemonių remontas, pastatų priežiūra ir pan.).

8.4. lentelė. (8.3. lentelės tęsinys). Atliekos, atliekų tvarkymas

Atliekų pavojingumas	Atliekų saugojimo objekte laikymo sąlygos	Atliekų saugojimo objekte didžiausias kiekis	Numatomi atliekų tvarkymo būdai
6	7	8	9
1. Nepavojinga	Dūžis laikomas lauke	500 t	Perdirbimas
2. Nepavojinga	Dumblo baseinas	-	Šalinimas į nuotekų tinklus
3. Nepavojinga	Atliekų konteineriai	5 t	Perdirbimas

Tolesniame aplinkosauginio vertinimo etape pateikiama informacija apie naudojamo vandens ir nuotekų teršalų balansą, susidarančių ir išleidžiamų nuotekų kiekius bei fizikines/chemines charakteristikas. Duomenys pateikiami 8.5 lentelėje.

8.5. lentelė. Naudojamo vandens balansas

Vandens tiekimo (išgavimo) šaltinis	Vandens naudojimo sritys (tikslai)	Didžiausias paros debitas m^3/d	Vidutinis metinis kiekis, m^3	Taupymo ir apsaugos priemonės
1	2	3	4	5
Apytakinė sistema	Formavimo mašinos atkirpimo žirklių aušinimas	67	24000	Vanduo naudojamas tik iš apytakinės sistemos

Vanduo naudojamas stiklo formavimo mašinos atkirpimo mechanizmo žirklių aušinimui bei granuliatoriuje (gedimų metu stiklo masei granuliuoti). Gamybai vanduo naudojamas iš apytakinės sistemos, yra 700 m^3 talpos baseinas, iš tinklo vanduo naudojamas tik šios sistemos papildymui. Nuotekos pagrinde susidaro iš buitinių poreikių tenkinimo bei įkrovos baro šlapio valymo įrenginių, iš kurių nuotekos pirmiausiai patenka į nusėdintuvą ir tik po to į nuotekų tinklus.

Toliau vertinamas objekto poveikis aplinkos orui. Išmetamųjų dujų debitas parenkamas pagal technologinės linijos parametrus, teršalų išmetimo trukmė pagal linijos darbo laiką.

8.6. lentelė. Tarša į aplinkos orą

Proceso (taršos šaltinio) pavadinimas	Teršalo pavadinimas	Išmetamųjų dujų temperatūra, °C	Išmetamųjų dujų masės debitas, kg/s	Teršalų išmetimo trukmė, val./m
1	2	3	4	5
Gamtinių dujų degimas Na ₂ CO ₃ skilimas CaCO ₃ skilimas C oksidacija	CO ₂	400	0,00403	8760

Stiklo taros gamybos metu, didžiausią įtaką aplinkai turi į orą išmetamų teršalų kiekis. Daugiausiai anglies dioksido išsiskiria stiklo lydymo metu. Kadangi stiklo lydymui naudojamos karbonatinės žaliavos, jų lydymosi metu išsiskiriančio CO₂ kiekio riboti praktiškai neįmanoma. Tačiau įmanoma mažinti gamtinių dujų, naudojamų stiklo lydymui, kiekį. Šiam tikslui įgyvendinti, projektuojama stiklo krosnis su daliniu elektriniu kaitinimu. Naujoje krosnyje net 35 % reikiamos energijos bus gaunama iš elektrinio kaitinimo, taip mažinant CO₂ išmetimus į orą.

Stiklas lydomas aukštoje 1400–1330 °C temperatūroje. Per stiklo lydymo krosnies kamina į aplinkos orą patenka kietosios dalelės, kuriose yra ir sunkiųjų metalų junginių, taip pat azoto oksidai, sieros dioksidas, chloro vandenilis, fluoro junginiai. Kadangi šių medžiagų kiekiai yra pakankamai maži, duomenis apie jų išmetamą kiekį nepateikiami. Įkrovos bunkerio linijų dulkėtas oras valomas šlapio valymo įrenginiuose. Gamybos metu ketaus ruošinius užteršia tepalai, dulkės. Ketaus ruošiniai valomi smėliapūtės įrenginyje. Valymo metu į aplinkos orą patenka dalis kietųjų dalelių (smėlio dulkių). Taip pat ketaus ruošiniai valomi, šlifuojami ir poliruojami rankiniu būdu. Nuo 6 darbo vietų (rankinio šlifavimo postai, formų tepimo tepalu vieta, poliravimo mašina, smėliapūtė) į aplinkos orą patenka kietosios dalelės. Bendras planuojamų išmesti į aplinkos orą teršalų kiekis 127,172 t/m [28].

Gamyboje naudojamos nepavojingos gamtinės žaliavos, todėl žmogaus sveikatai nėra keliama didelė grėsmė. Vanduo optimaliai naudojamas iš apytakinės sistemos. Nuotekos susidaro tik iš komunalinių atliekų ir šlapio valymo įrenginių. Visos gamyboje susidarančios stiklo atliekos perdirbamos, todėl galima daryti išvadą, kad įmonėje vykdoma pakankamai švari gamyba.

Kadangi šio aplinkosauginio vertinimo metu buvo apžvelgtos tik kelios gamybos stadijos, o ne visa gamyba, todėl negalime gautų duomenų vertinti kaip atspindinčių visą gamybos procesą. Norint įvertinti viso stiklo taros gamybos proceso įtaką aplinkai, būtina įvertinti ir žaliavų apdorojimą bei paruošimą, bei gaminių realizaciją.

IŠVADOS

1. Išanalizavus skirtingos sudėties stiklo įkrovos mišinius, nustatyta CaO ir MgO santykio pokyčio įtaka stiklo savybėms. Dolomitą visiškai pakeitus klintimis, įkrovos lydymosi temperatūra sumažėjo 28,2 °C, santykinis gaminių formavimo mašinų greitis padidėjo 9,57 %. Atsižvelgiant į gautus rezultatus, pasirinktos stiklo gamybos žaliavos: kvarcinis smėlis, klinties atsijos, kalcinuotoji soda, natrio sulfatas, molžemis (techninis Al_2O_3), anglis bei stiklo duženos.

2. Atlikti technologiniai skaičiavimai bei parinkta technologinė linija ir reikalingi įrengimai: įkrovos ir stiklo duženų bunkeriai, įkrovos tiektuvai, stiklo lydymosi krosnis, lašotiekis, formavimo mašinos, atkaitinimo krosnis, gaminių apipurškimo apsauginėmis dangomis įrenginiai, atkaitinimo krosnis, kokybės kontrolės mašina bei pakavimo įrenginiai.

3. Parinkta nauja regeneracinė pasaginės liepsnos stiklo lydymo krosnis su daliniu elektriniu kaitinimu, kurios našumas 115 t/parą.

4. Pateikti pagrindiniai statinio techniniai rodikliai, parinkta statinio architektūrinė ir konstrukcinė sandara bei bendrųjų pastato inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendimai. Apskaičiuota orientacinė statinio rekonstrukcijos darbų kaina – 29161,38 tūkst. Lt.

5. Atliktas profesinės rizikos vertinimas, identifikuoti rizikos veiksniai. Nustatyta pastato ir patalpos kategorija pagal sprogimo ir gaisro pavojų – D_g. Įvertinti saugios gamybos ir darbo higienos reikalavimai. Parinktas žaibolaidis. Parinktos gaisrinės saugos priemonės bei nubraižytas evakuacijos planas.

6. Atlikta projekto aplinkos analizė; apskaičiuotos projekto investicijos (72478,23 tūkst. Lt) ir parinkti finansavimo šaltiniai; apskaičiuota gamybos apimtis ir realizacinės pajamos brandos metais – 57800 tūkst. Lt, gamybos ir veiklos kaštai bei gaminių kainos – 0,76 lt putojančio vyno butelio ir 0,7 lt alaus butelio. Apskaičiuoti projekto grynujų pinigų srautai. Atliktas investicijų efektyvumo vertinimas: vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai – 5,15 %, grynoji esamoji vertė – 740 tūkst. Lt, vidinė pelno norma – 8 %, pelningumo indeksas – 1,029. Apskaičiuotas lūžio taškas – 14138 tūkst. vnt. ir nubraižytas jo grafikas.

7. Surinkti duomenys apie naudojamą žaliavas, energijos išteklius, atliekas, išmetimus į aplinkos orą. Gautas bendras planuojamų išmesti į aplinkos orą teršalų kiekis 127,172 t/m. Kadangi aplinkosauginio vertinimo metu buvo apžvelgti tik keli gamybos etapai, o ne visa gamyba, todėl negalime gautų duomenų vertinti kaip atspindinčių visą gamybos procesą. Norint įvertinti viso stiklo taros gamybos proceso įtaką aplinkai, būtina įvertinti ir žaliavų apdorojimą ir paruošimą, bei gaminių realizaciją.

BIBLIOGRAFINIS APRAŠAS

1. **Wallenberger F. T., Bingham P. A.** Fiberglass and Glass Technology. Energy-friendly compositions and applications. London. 2010.
2. Technologinės praktikos AB „Kauno stiklas“ ataskaita. Kaunas. 2014.
3. **Vaickelionis G.** Skystosios ir stikliškosios būsenos silikatai. Kaunas, 2009.
4. Oksidų įtakos faktorių koeficientų skaičiavimo metodika [interaktyvus] [žiūrėta 2015 03 09]. Prieiga per internetą: <http://glassproperties.com>
5. **Fluegel A.** // Glass viscosity calculation based on a global statistical modeling approach. Glass technol.: Europ. J. Glass Sci. Technol. A, vol. 48, 2007.
6. **Strazdas K.** Stiklo ir jo gaminių cheminė technologija. Kaunas, 1998.
7. **Sinton W. Ch.** Raw materials for glass and ceramics. New Jersey. 2006.
8. **Le Bourhis E.** Glass. Mechanics and Technology. Weinheim. 2008.
9. Glass Melting Furnaces [interaktyvus] [žiūrėta 2015 04 29]. Prieiga per internetą: <http://www.glassglobal.com/consulting/reports/technology/>
10. Batch charging technologies – a review [interaktyvus] [žiūrėta 2015 04 22]. Prieiga per internetą: http://www.sorg.de/pdf/batch_charging_technologies.pdf
11. Nekilnojamo turto atkūrimo kaštų (statybinės vertės) kainynas. Vilnius, UAB „Sistela“.
12. Sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklės. Valstybės žinios, 2004, Nr.134-4878. (Aktuali redakcija: Valstybės žinios, 2011, Nr. 46 -2201).
13. Profesinės rizikos bendrieji vertinimo nuostatai. Valstybės žinios, 2012, Nr. 126-6350.
14. HN 23:2011. Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. Matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai. Valstybės žinios, 2011, Nr. 112-5274.
15. Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsauginėmis priemonėmis nuostatai. Valstybės žinios, 2007, Nr. 123 -5055.
16. STR 2.01.06:2009 Statinių apsauga nuo žaibo. Išorinė statinių apsauga nuo žaibo. Valstybės žinios, 2009, Nr. 138-6095.
17. LST EN 62305-3:2011 Apsauga nuo žaibo. 3 dalis. Fizinė žala statiniams ir pavojus gyvybei. 157 p.
18. HN 69:2003. Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai. Valstybės žinios, 2004, Nr. 45-1485.
19. Bendrosios gaisrinės saugos taisyklės. Valstybės žinios, 2010, Nr. 99 -5167 (Aktuali redakcija: Valstybės žinios, 2012, Nr. 118-5970, Nr. 124).
20. HN 98:2014. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai. Valstybės žinios, 2000, Nr. 44-1278.

21. HN 33:2011. „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“. Valstybės žinios, 2011, Nr. 75-3638.
22. Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai. Valstybės žinios, 2010, Nr. 146 -7510 (Aktuali redakcija: Valstybės žinios, 2011-06-21, Žin., 2011, Nr.: 75-3661; 2011-02-24, Žin., 2011, Nr. 23-1137).
23. Stacionariųjų gaisrų gesinimo sistemų projektavimo ir įrengimo taisyklės. Valstybės žinios, 2009, Nr. 63-2538.
24. KTU gerioninis mokslo parkas. (2012). Verslo plano, skirto investuotojams, rengimo vadovas. II finansinė dalis [interaktyvus] [žiūrėta 2015 05 11]. Prieiga per internetą: http://ktc.fastsite.lt/files/361/verslo_planas_finansine_dalis.pdf.
25. Aplinkos apsaugos agentūros tinklapis, cheminių medžiagų ir preparatų duomenų bazė [interaktyvus] [žiūrėta 2015 05 17]. Prieiga per internetą: <http://chemija.gamta.lt>
26. Dėl Lietuvos Respublikos Aplinkos Ministro 1999 m. liepos 14 d. Įsakymo nr. 217 „Dėl atliekų tvarkymo taisyklių patvirtinimo“ pakeitimo. 2012 m. sausio 31d. Nr. D1-85, Valstybės žinios, 2012-02-04, Nr. 16-697 .
27. Atliekų sąrašo ryšys su atliekų statistine klasifikacija. Lietuvos Respublikos Aplinkos Ministerija, 2006
28. Atrankos išvada dėl stiklo krosnies atnaujinimo Europos per. 91, Kaune Poveikio aplinkai vertinimo. LR aplinkos Ministerijos Kauno regiono aplinkos apsaugos departamentas, 2013 [interaktyvus] [žiūrėta 2015 05 12]. Prieiga per internetą: <http://krd.am.lt/VI/files/0.659420001396453260.pdf>

PRIEDAI