



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Justina Baltrušaitytė

**Čerpių gamybos technologija iš lengvai ir sunkiai lydžių molių
mišinio**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Prof. dr. Raimundas Šiaučiūnas

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

**ČERPIŲ GAMYBOS TECHNOLOGIJA IŠ LENGVAI IR
SUNKIAI LYDŽIŲ MOLIŲ MIŠINIO**

Baigiamasis magistro projektas

Chemijos inžinerija (kodas 621H81004)

Vadovas

Prof. dr. Raimundas Šiaučiūnas

Recenzentas

Doc. dr. Virginija Valančienė

Darbą atliko

Justina Baltrušaitytė

Konsultantai:

Statybinių sprendimų:
lekt. Odeta Viliūnienė

Darbuotojų saugos ir sveikatos:
doc. dr. Dalia Nizevičienė

Ekonominių skaičiavimų:
doc. dr. Petras Oržekauskas

Aplinkosauginio vertinimo:
lekt. dr. Inga Stasiulaitienė

KAUNAS, 2016



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Cheminės technologijos fakultetas

(Fakultetas)

Justina Baltrušaitytė

(Studento vardas, pavardė)

Chemijos inžinerija 621H81004

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Čerpių gamybos technologija iš lengvai ir sunkiai lydžių molių mišinio“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 ____ m. _____ d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Justinos Baltrušaitytės**, baigiamasis projektas tema „Čerpių gamybos technologija iš lengvai ir sunkiai lydžių molių mišinio“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Tvirtinu:
Cheminės technologijos fakulteto dekanas
Prof. E.Valatka

Suderinta:
Silikatų technologijos katedros vedėjas
prof. dr. R. Kaminskas
2015 m. gegužės mėn. 22d.

Dekano įsakymas ST18-F-02-1
2016 m. balandžio mėn. 26 d.

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS

Išduota studentui (-ei) Justinai Baltrušaitytei

1. Darbo tema: Čerpių gamybos technologija iš lengvai ir sunkiai lydžių molių mišinio.
2. Darbo tikslas ir uždaviniai.

Darbo tikslas: Nustatyti Girininkų (Lietuva) ir Nikiforovo (Ukraina) molių mišinio, keraminėms čerpėms gaminti, optimalią sudėtį bei suprojektuoti jų gamybos technologinę liniją, kai metinė apimtis yra 5,0 mln. vienetų.

Darbo uždaviniai: nustatyti Girininkų (Lietuva) ir Nikiforovo (Ukraina) telkinių molių cheminę, mineralinę sudėtis bei keramines savybes ir įvertinti jų tinkamumą čerpių gamybai; iširti iš šių žaliavų sudarytų mišinių keramines savybes ir išdegtų bandinių eksploatacinius rodiklius bei parinkti geriausią sudėtį keraminėms čerpėms gaminti; suprojektuoti keraminių čerpių gamybos technologinę liniją, susidedančią iš masės paruošimo, formavimo, džiovavimo, degimo ir produkcijos kokybės skyrių; parinkti technologinei linijai tinkamus įrengimus; atlikti projektuojamos gamybos ekonominį pagrindimą; numatyti priemones saugiam darbui užtikrinti.

3. Darbo sudėtinės dalys:

Skaičiuojamasis – aiškinamasis raštas: Bendroji dalis; Mokslinio tiriamojo darbo rezultatai; Technologinė dalis; Statybiniai sprendimai; Darbuotojų sauga ir sveikata; Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai; Aplinkosauginis vertinimas.

Grafinė medžiaga: Technologinė schema; Statybos teritorijos planas (generalinis planas); Gamybinių patalpų planas; Gamybinių patalpų pjūviai.

Užduoties išdavimo data 2015 m. gegužės mėn. 2 d.

Užbaigto darbo pateikimo terminas 2016 m. birželio 7 d.

Vadovas: Prof. dr. Raimundas Šiaučiūnas

2015-05-22

(parašas, data)

(vardas, pavardė)

Užduotį gavau: Justina Baltrušaitytė

2015-05-22

(studento vardas, pavardė)

(parašas, data)

TURINYS

| | |
|---|----|
| ČERPŲ GAMYBOS TECHNOLOGIJA IŠ LENGVAI IR SUNKIAI LYDŽIŲ MOLIŲ MIŠINIO | 1 |
| LENTELIŲ SĄRAŠAS..... | 10 |
| ĮVADAS..... | 13 |
| 1. BENDRAS PROJEKTO APIBŪDINIMAS IR PAGRINDINIAI RODIKLIAI..... | 14 |
| 1.1. Techninis ekonominis pagrindimas..... | 15 |
| 1.1.1. Pradinė padėtis | 15 |
| 1.1.2. Statybos rajono (miesto) charakteristika ir pagrindimas..... | 15 |
| 1.1.3 Žaliavų zonos charakteristika ir materialinio aprūpinimo pagrindimas..... | 15 |
| 1.1.4. Gamybinio pajėgumo ir gamybinės programos pagrindimas | 16 |
| 1.1.5. Statybos aikštelės (teritorijos) charakteristika bei pagrindimas | 16 |
| 2. TIRIAMAS DARBAS | 17 |
| 2.1. Literatūros apžvalga | 17 |
| 2.1.1. Molių cheminė ir mineralinė sudėtis..... | 17 |
| 2.1.2. Čerpių masės paruošimo ir formavimo būdų analizė..... | 19 |
| 2.1.3. Čerpių degimo metu vykstantys procesai..... | 21 |
| 2.1.4 Skystafazis sukepimas..... | 22 |
| 2.1.5. Čerpių mineralinė sudėtis..... | 23 |
| 2.2. Naudotos medžiagos ir tyrimų metodai | 25 |
| 2.2.1. Naudotos medžiagos ir jų paruošimas..... | 25 |
| 2.2.2. Tyrimų metodika | 25 |
| 2.2.3. Rezultatai ir jų aptarimas..... | 26 |
| 3. ŠTAMPUOTŲ UŽKAITINIO DENGIMO KERAMINIŲ ČERPŲ GAMYBOS TECHNOLOGINĖ SCHEMA | 43 |
| 4. ŽALIAVŲ SĄNAUDŲ IR TECHNOLOGINIŲ ĮRENGIMŲ SKAIČIAVIMAI | 46 |
| 4.1. Medžiagų ir žaliavų skaičiavimas | 46 |
| 4.1.1. Keraminių čerpių tūrio skaičiavimas..... | 48 |
| 4.1.2. Žaliavų sąnaudų 1000-čiui keraminių čerpių pagaminti..... | 49 |
| 4.1.3 Keraminių čerpių gamybos apimtys skaičiavimas | 51 |
| 4.2 Įrengimų parinkimas ir skaičiavimas | 58 |
| 4.3 Vidaus transporto įrengimai | 68 |
| 5. STATYBINIAI SPRENDIMAI | 71 |
| 5.1. Bendrieji duomenys..... | 71 |
| 5.2. Statinio architektūriniai, konstrukciniai projektiniai sprendimai | 71 |
| 6. DARBUOTOJŲ SAUGA IR SVEIKATA | 72 |
| 6.1. Projektuojamojo objekto charakteristika..... | 72 |
| 6.2. Profesinės rizikos vertinimas | 72 |
| 6.3. Saugi gamyba | 74 |
| 6.4. Darbo higiena | 77 |
| 6.5. Gaisrinė sauga | 79 |
| 7. FINANSINIAI IR EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI..... | 81 |
| 7.1. Inovacijų projektavimo ir diegimo aplinkos analizė: ekonominių ir organizacinių problemų nustatymas..... | 81 |
| 7.1.1.1. Įmonės vidinės būklės įvertinimas SSGG (SWOT) analizės metodu..... | 81 |

| | |
|---|-----|
| 7.1.2. Įmonės vidinės būklės įvertinimas vidinio profilio analizės metodu | 82 |
| 7.2. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai | 84 |
| 7.2.1. Ilgalaikio turto vertės skaičiavimas | 84 |
| 7.2.2. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) vertės skaičiavimas | 85 |
| 7.3. Produkcijos gamybos apimtis ir realizacinės pajamos | 86 |
| 7.4. Gamybos kaštai | 86 |
| 7.4.1. Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas | 86 |
| 7.4.2. Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas | 88 |
| 7.5. Veiklos kaštai | 91 |
| 7.6. Finansinės ir investicinės sąnaudos | 91 |
| 7.7. Gaminių kainos skaičiavimas | 91 |
| 7.8. Projekto pelningumas ir grynujų pinigų srautai | 92 |
| 7.9. Investicijų efektyvumo vertinimas | 93 |
| 7.9.1. Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštų skaičiavimai | 93 |
| 7.9.2. Diskontuotas investicijų atsipirkimo periodo skaičiavimas | 94 |
| 7.9.3. Grynosios esamosios vertės (GEV) skaičiavimas | 94 |
| 7.9.4. Pelningumo arba rentabilumo indekso skaičiavimas | 94 |
| 7.9.5. Lūžio taško skaičiavimas | 95 |
| 7.10. Pagrindiniai projekto ekonominiai rodikliai | 96 |
| 8. APLINKOSAUGINIS VERTINIMAS | 97 |
| LITERATŪROS SĄRAŠAS | 101 |

Baltrušaitytė, Justina. Čerpių gamybos technologija iš lengvai ir sunkiai lydžių molio mišinio. Magistro baigiamasis projektas / vadovas prof. dr. Raimundas Šiaučiūnas; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Chemijos ir procesų inžinerija, Technologijos mokslai.

Reikšminiai žodžiai: čerpės, keramika, molio savybės, statybinės keramikos gaminiai.

Kaunas, 2016. 104 p.

SANTRAUKA

Pati ilgaamžiškiausia stogo danga yra čerpės. Kuo toliau, tuo daugiau žmonių renkasi ją, savo namų, stogų dengimui. Ši danga puikiai tiks tiek naujo stogo dengimui tiek renovacijos atveju. Keraminės čerpės pasižymi atsparumu ugniai, kenkėjams, atmosferos poveikiui bei UV spinduliams. Keraminės čerpės – ekologiškas produktas. Tai puikus pasirinkimas klasikinių stogo dangų mėgėjams.

Šiame projekte bus gaminama 5 mln. vienetų keraminių užkatinio dengimo čerpių. Pagrindinės žaliavos: Girininkų (Lietuva) ir Nikiforovo (Ukraina) moliai. Gamybos procesą sudaro masės paruošimo, formavimo, džiovavimo bei degimo skyriai. Keramines čerpes gamins bei jų kokybę tikrins kvalifikuoti specialistai.

Nauja gamykla bus statoma UAB „Rokų keramika“ įmonės teritorijoje. Tai strategiškai patogi vieta, nes šalia yra pagrindinio molio (Girininkų) karjeras bei geležinkelis. Įmonė yra netoli pagrindinių kelių, todėl yra geras susisiekimas su aplinkiniais miestais, norint eksportuoti savo produkciją.

Baltrušaitytė, Justina. Roofing Tiles Production Technology from Fusible and Heavy Clays Mixture: Master's thesis / supervisor prof. dr. Raimundas Šiaučiūnas. The Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Chemical and Process Engineering, Technological Sciences.

Key words: Roofing Tiles, Ceramics, Properties of Clay's, building ceramic products

Kaunas, 2016. 104 p.

SUMMARY

One of the most durable roofing materials are tiles. This way of roofing is getting more and more popular. This coating fits perfectly for new roof covering or in case of renovation. Ceramic tiles characterized resistant to fire, pests, atmospheric effects and ultraviolet rays of the sun. Ceramic tiles are environmentally safe product. This is an excellent choice for lovers of classical roofing.

This project will be produced 5 million pieces of ceramic tiles. The main raw materials: Girininkai (Lithuania) and Nikiforov (Ukraine) clays. The manufacturing process will consist of mass preparation, shaping, drying and firing sections. Ceramic tiles will be produced and their quality checked by qualified professionals.

The new factory will be built in UAB „Roku Keramika” company's territory. It is a strategically convenient location, because nearby the main quarry of clay (Girininkai) and railway. The company is close to the main road, therefore connections with the surrounding towns are convenient, in order to export products easier.

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

| | |
|---|----|
| 2.1.5.1 paveikslas. Iilitinių molių mineralinės sudėties kitimo degimo metu schema | 23 |
| 2.2.3.1 paveikslas. Girininkų telkinio molio RSDA kreivė | 26 |
| 2.2.3.2 paveikslas. Nikiforovo telkinio molio RSDA kreivė | 27 |
| 2.2.3.3 paveikslas. Nikiforovo telkinio molio RSDA kreivė | 28 |
| 2.2.3.4 paveikslas. Nikiforovo molio TGA(1), DSK (2) ir DDSK kreivės | 28 |
| 2.2.3.5 paveikslas. Girininkų molio dilatometrinės analizės kreivės | 29 |
| 2.2.3.6 paveikslas. Girininkų molio masės absoliutinio drėgno W_1 ir smūgių skaičiaus tarpusavio priklausomybė | 31 |
| 2.2.3.7 paveikslas. Nikoforovo molio masės absoliutinio drėgno W_1 ir smūgių skaičiaus tarpusavio priklausomybė | 32 |
| 2.2.3.8 paveikslas. Girininkų karjero molio kritinis drėgnis | 34 |
| 2.2.3.9 paveikslas. Nikiforovo karjero molio kritinis drėgnis | 35 |
| 2.2.3.10 paveikslas. Girininkų ir Nikiforovo molių bandinių vandens įmirkio priklausomybės nuo jų degimo temperatūros kreivės | 37 |
| 2.2.3.11 paveikslas. Mišinio Nr.3 kritinis drėgnis | 41 |
| 4.1 paveikslas. Užkaitinio dengimo keraminė čerpė | 46 |
| 6.3.1 paveikslas. Pavienio lyninio žaibolaidžio apsaugos zona | 75 |

LENTELIŲ SĄRAŠAS

| | |
|---|----|
| 1.1 lentelė. Projekto finansiniai rodikliai | 13 |
| 2.2.3.1 lentelė. Girininkų ir Nikiforovo telkinių molio cheminė sudėtis | 25 |
| 2.2.3.2 lentelė. Girininkų ir Nikiforovo telkinių molio skaitmenys | 26 |
| 2.2.3.3 lentelė. Girininkų telkinio sauso molio ir jo frakcijų masės | 30 |
| 2.2.3.4 lentelė. Girininkų telkinio skirtingo dydžio molio dalelių kiekis | 30 |
| 2.2.3.5 lentelė. Nikiforovo telkinio sauso molio ir jo frakcijų masės | 30 |
| 2.2.3.6 lentelė. Nikiforovo telkinio skirtingo dydžio molio dalelių kiekis | 30 |
| 2.2.3.7 lentelė. Girininkų telkinio molio plastiškumo skaičius | 31 |
| 2.2.3.8 lentelė. Nikiforovo telkinio molio plastiškumo skaičius | 32 |
| 2.2.3.9 lentelė. Girininkų karjero molio kritinis drėgnis | 33 |
| 2.2.3.10 lentelė. Nikiforovo karjero molio kritinis drėgnis | 34 |
| 2.2.3.11 lentelė. Girininkų karjero molio susitraukimas džiūstant ir degant | 35 |
| 2.2.3.12 lentelė. Nikiforovo karjero molio susitraukimas džiūstant ir degant | 36 |
| 2.2.3.13 lentelė. Girininkų karjero molio sukepimas | 37 |
| 2.2.3.14 lentelė. Nikiforovo karjero molio sukepimas | 37 |
| 2.2.3.15 lentelė. Mišinių sudėtys | 38 |
| 2.2.3.16 lentelė. Molio mišinių sukepimas | 39 |
| 2.2.3.17 lentelė. Mišinio Nr.3 sukepimas | 39 |
| 2.2.3.18 lentelė. Mišinio Nr.3 susitraukimas degant (Bandiniai degti 1100 °C temperatūroje) | 40 |
| 2.2.3.19 lentelė. Mišinio Nr.3 kritinis drėgnis | 40 |
| 4.1.1 lentelė. Duomenys skaičiavimams | 45 |
| 4.1.2 lentelė. Įmonės darbo režimas | 45 |
| 4.1.2.1 lentelė. Formavimo masės sudėtis | 48 |
| 4.1.2.2 lentelė. Žaliavų sąnaudos 1000-čiui vienetų blokelių pagaminti | 50 |
| 4.1.3.1 lentelė. Gamybos apimtys skaičiavimo rezultatai, kai gamybos apimtis – 5 mln. vnt. čerpių per metus | 53 |
| 4.1.3.2 lentelė. Žaliavų sąnaudos, reikalingos numatytai gamybos apimčiai | 55 |
| 4.1.3.3 lentelė. Realios žaliavų sąnaudos, reikalingos numatytai gamybos apimčiai | 56 |
| 4.1.3.4 lentelė. Realios žaliavų sąnaudos, reikalingos numatytai gamybos apimčiai | 56 |
| 4.2.1 lentelė. Molio parentuvas Activator GR12 [10] | 57 |
| 4.2.2 lentelė. Nikiforovo molio sandėlis | 58 |
| 4.2.3 lentelė. Greiferinė kransija QZ [11] | 59 |

| | |
|--|----|
| 4.2.4 lentelė. Dėžinis tiek tuvas CFD 75 [12] | 59 |
| 4.2.5 lentelė. Dvivelenis maišytuvas 3.0M [14] | 61 |
| 4.2.6 lentelė. Akmenų atrinkimo valcai CSG500×800 [15] | 61 |
| 4.2.7 lentelė. Sandėlis formavimo masei laikyti | 62 |
| 4.2.8 lentelė. Daugiakaušis ekskavatorius 50 EF 1416/1422 [16] | 62 |
| 4.2.9 lentelė. Smulkaus malimo valcai GS700×500 [17] | 63 |
| 4.2.10 lentelė. Molio trintuvas BRSH 12a [18] | 63 |
| 4.2.11 lentelė. Vakuuminis presas SP 450/350 [19] | 64 |
| 4.2.12 lentelė. Ruošinių pjaustymo automatas [20] | 65 |
| 4.2.13 lentelė. Čerpių formavimo presas [21] | 65 |
| 4.2.14 lentelė. Greitaeigė tunelinė džiovykla E3P 235 [22] | 65 |
| 4.2.16 lentelė. Iškvovimo automatas [13] | 65 |
| 4.2.15 lentelė. Angobo liejimo varpas 660 [23] | 65 |
| 4.2.17 lentelė. Tunelinė krosnis [24] | 66 |
| 4.3.1 lentelė. Transporterių charakteristikos | 69 |
| 5.1 lentelė. Bendrieji statinio techniniai rodikliai | 70 |
| 6.2.1 lentelė. Rizikos veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas | 72 |
| 6.2.2 lentelė. Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai | 72 |
| 6.2.3 lentelė. Pastatų, patalpų kategorijos pagal sprogimo ir gaisro pavojų, pavojingų vietų zonos | 73 |
| 6.2.4 lentelė. Duomenys pavienio lyninio žaibolaidžio apsaugos zonos skaičiavimams | 75 |
| 7.1.2.1 lentelė. Įmonės vidinio profilio analizė | 82 |
| 7.2.1 lentelė. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai | 83 |
| 7.2.1.1 lentelė. Suvestinė statybos kainos skaičiuoklė | 83 |
| 7.2.2.1 lentelė. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) poreikis | 84 |
| 7.3.1 lentelė. Produkcijos gamybos apimtis ir realizacinės pajamos | 85 |
| 7.4.1.1 lentelė. Išlaidos pagrindinėms žaliavoms | 86 |
| 7.4.1.2 lentelė. Tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui | 87 |
| 7.4.2.1 lentelė. Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija) | 88 |
| 7.4.2.2 lentelė. Gamybos kaštai | 89 |
| 7.5 lentelė. Veiklos sąnaudos (kaštai) | 90 |
| 7.6.1 lentelė. Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas | 90 |
| 7.7.1 lentelė. Keraminių čerpių kainos apskaičiavimas | 91 |
| 7.8.1 lentelė. Įmonės pelno (nuostolio) ataskaita, tūkst.. € | 91 |
| 7.8.2 lentelė. Finansinės būklės pakitimų (pinigų srautų) ataskaita | 92 |

| | |
|---|----|
| 7.9.2.1 lentelė. Diskontuotų investicijų atsipirkimo trukmė | 93 |
| 7.10.1 lentelė. Projekto finansiniai rodikliai | 95 |
| 8.1 lentelė. Duomenys apie naudojamas žaliavas [48] | 96 |
| 8.2 lentelė. Duomenys apie energetinėms reikmėms naudojamus išteklius | 96 |
| 8.3 lentelė. Konkrečios veiklos sąlygojama fizikinė tarša [42] | 97 |
| 8.4 lentelė. Atliekos, atliekų tvarkymas [49] | 97 |
| 8.5 lentelė. Naudojamo vandens balansas | 98 |
| 8.6 lentelė. Nuotekų ir teršalų balansas | 98 |
| 8.7 lentelė. Tarša į aplinkos orą | 99 |

Įvadas

Keraminės čerpės yra viena iš seniausių stogų dangoms naudojamų statybinių medžiagų. Lietuvoje jos pradėtos gaminti XIV amžiuje.

Keraminė čerpė yra užkaitiniam nuožulnių stogų dengimui pritaikytas elementas, pagamintas iš molingos masės su priedais arba be jų, suformavus (juostiniais ir/arba šlampavimo presais), o paskui išdžiovimus ir išdegus.

1945 m. Lietuvoje čerpių buvo pagaminta vos apie 600 tūkst. vnt., 1950 m. – jau 3,8 mln. vnt., o 1955 m. – 11,1 mln. vnt. Jas gamino Dvarčionių, Gelgaudiškio, Kraštų, Pabaigų, Palemono, Sargėnų gamyklos, taip pat ir kelios smulkesnės rajoninio pavaldumo ir vietinės pramonės įmonės. 1956 m. Daugėliuose pradėjus gaminti šiferį, čerpių gamyba ėmė mažėti. 1960 m. jų pagaminta 7,1 mln., o 1965 m. tik 1,32 mln. vnt.

1961 m. čerpių jau negamino Dvarčionių ir Gelgaudiškio gamyklos, 1962 m. – prie Pilviškių drenažo vamzdžių gamyklos prijungta Pabaigų plytinė, 1963 m. – Palemono plytų ir čerpių gamykla, 1964 m. – Kraštų plytų ir čerpių gamykla [1].

Šiuo metu AB „Palemono keramika“ galėtų pagaminti ~3 mln. šlampuotų užkaitinių čerpių per metus, bet gamyba nevykdoma, nes išnaudotos kokybiško molio atsargos. AB „Dvarčionių keramika“ gali pagaminti ~1 mln. plokščiųjų čerpių per metus, bet bendrovė restruktūrizuojama.

Darbo objektas. Šlampuotų užkaitinio dengimo keraminių čerpių gamyba.

Darbo tikslas. Nustatyti Girininkų (Lietuva) ir Nikiforovo (Ukraina) molių mišinio, keraminėms čerpėms gaminti, optimalią sudėtį bei suprojektuoti jų gamybos technologinę liniją, kai metinė apimtis yra 5,0 mln. vienetų.

Darbo uždaviniai:

- nustatyti Girininkų (Lietuva) ir Nikiforovo (Ukraina) telkinių molių cheminę, mineralinę sudėtis bei keramines savybes ir įvertinti jų tinkamumą čerpių gamybai;
- ištirti iš šių žaliavų sudarytų mišinių keramines savybes ir išdegtų bandinių eksploatacinius rodiklius bei parinkti geriausią sudėtį keraminėms čerpėms gaminti;
- suprojektuoti keraminių čerpių gamybos technologinę liniją, susidedančią iš masės paruošimo, formavimo, džiovinimo, degimo ir produkcijos kokybės skyrių;
- parinkti technologinei linijai tinkamus įrengimus;
- atlikti projektuojamos gamybos ekonominį pagrindimą;
- numatyti priemones saugiam darbui užtikrinti.

1. BENDRAS PROJEKTO APIBŪDINIMAS IR PAGRINDINIAI RODIKLIAI

Stogas yra viena svarbiausių pastatų sudedamųjų dalių. Žinoma, į jį tenka investuoti nemažus pinigus, todėl norisi, jog galutinis rezultatas džiugintų akį ir ilgai tarnautų. Šiuo metu galima rinktis iš įvairių stogo dangų, kurios skiriasi savo kaina, išvaizda, tarnavimo laikotarpiu, montavimo būdu, eksploataavimo ir priežiūros ypatumais. Kiekvienas žmogus įvertinęs visus šiuos kriterijus renkasi tinkamiausią variantą, tačiau viena populiariausių ir dažniausiai pasirenkamų stogo dangų yra čerpės.

Keraminės čerpės yra būtent ta danga, kuri nebijo atšiaurių ir nuolat besikeičiančių aplinkos sąlygų, kurios būdingos Lietuvos klimatui. Ši danga atlaiko didelį kiekį šlapio sniego, stiprų vėją, audras. Ši stogo danga labai sandari, todėl žiemą puikiai saugo nuo šalčio, o vasarą nuo karščio, be to ji neleidžia prasiskverbti drėgmei [2].

Baigiamajame darbe projektuojama šampuočių užkaitinio dengimo keraminių čerpių gamyba. Gamyboje naudojamos šios žaliavos: Girininkų karjero molis (Lietuva) bei Nikiforovo karjero molis (Ukraina). Planuojama apimtis – 5 mln. vnt. per metus.

Projekto pagrindiniai ekonominiai rodikliai pateikti 1.1 lentelėje.

1.1 lentelė. Projekto finansiniai rodikliai

| Rodikliai | Projektas |
|---|-----------|
| 1. Produkcijos pardavimo apimtis, natūriniais vienetais | |
| Keraminės čerpės | 18386 |
| 2. Realizacinės pajamos, tūkst. € | 330,94 |
| 3. Darbo našumas, tūkst. € | |
| Dirbančiojo | 6574,62 |
| Darbininko | 7889,55 |
| 4. Vidutinis metinis darbo užmokestis, € | |
| Dirbančiojo | 7834,75 |
| Darbininko | 9401,70 |
| 5. Gamybos kaštai, tūkst. € | 10,39 |
| 6. Gaminio pilnoji savikaina, € | 3,48 |
| 7. Grynasis pelnas, tūkst. € | 227,62 |
| 8. Investicijų apimtis, tūkst. € | 1228,27 |
| 9. Produkcijos rentabilumas, % | 361,96 |
| 10. Apyvartos rentabilumas, % | 68,78 |
| 11. Kapitalo rentabilumas, % | 339,93 |
| 12. Jų apyvartų skaičius | 120 |
| 13. Apyvartos trukmė, dienos | 3 |
| 14. Produkcijos imlumas apyvartinėms lėšoms, € | 0,79 |
| 15. Projekto investicijų atsipirkimo trukmė, metai | 6,93 |
| 16. Projekto grynoji esamoji vertė, tūkst. € | 602,85 |
| 17. Kapitalo kaštai, % | 7,00 |
| 18. Vidinė pelno norma, % | 30,00 |

1.1. Techninis ekonominis pagrindimas

1.1.1. Pradinė padėtis

Statybinių medžiagų pramonė – tai svarbi ekonominės plėtros bei viena iš pagrindinių pramonės šakų. Jos išsivystymo lygis ir gaminamos produkcijos kokybė rodo ne tik šalies mokslinį – techninį lygį, bet ir gyvenimo standartus joje – kaip taisyklė, daugiausia gaminama ir nuperkama produkcijos tose valstybėse, kuriose gyventojų perkamoji galia yra didžiausia [3].

Šiuo metu Kaune veikia dvi keramikos gamyklos. UAB „Rokų keramika“ gamina sienų bei pertvarų blokus, o AB „Palemono keramika“ – keraminius bei keramzito blokelių, keramines statybines plytas bei keramzitą. Deja, keraminės čerpės šiuo metu Lietuvoje negaminamos, nors tradicijos siekia net XIV a. Yra išlikęs kvalifikuotas inžinerinis-techninis personalas, šalies aukštosiose mokyklose rengiami nauji specialistai. Pastačius gamyklą, būtų diegiamos šiuolaikinės technologijos, sukurtos aukštą pridėtinę vertę generuojančios darbo vietos, atsirastų konkurencija iš užsienio importuojamai produkcijai, padidėtų šalies bendrasis vidaus produktas.

Lietuvos gyventojai galėtų įsigyti ne tik kitų šalių gamintojų, tokių kaip „Wienerberger“, „Monier“, „Koramic“, „Erlus“ ir kt., keramines čerpes, bet ir lietuvišką, kokybišką, ekologišką bei ilgaamžę produkciją namų stogams dengti. Dėl gerokai mažesnių transportavimo kaštų, čerpių kaina būtų mažesnė ir prieinama platesniam pirkėjų ratui.

1.1.2. Statybos rajono (miesto) charakteristika ir pagrindimas

Keraminių čerpių gamykla bus statoma antrame pagal dydį Lietuvos mieste Kaune. Remiantis registrų centro duomenimis šiuo metu Kauno miesto savivaldybėje gyvena ~323 tūkstančius žmonių. Dalis jų gyvena Panemunės seniūnijoje, Rokuose, kur bus naujai statomos gamyklos patalpos. Jos stovės greta UAB „Rokų keramika“ įmonės, jos teritorijoje.

Rokai tai Kauno miesto dalis, esanti į pietus nuo miesto centro ir užimanti apie 873,56 ha. 2011 m. surašymo duomenimis Rokuose buvo 265 gyventojai Ši vieta pasirinkta, kadangi šalia yra Girininkų molio karjeras, iš kurio bus tiekiamą pagrindinė žaliava čerpių gamybai. Kaunas yra Lietuvos centre, todėl transportavimo sąnaudos į kitus regionus bus minimalios.

1.1.3 Žaliavų zonos charakteristika ir materialinio aprūpinimo pagrindimas

Keraminių čerpių gamyboje bus naudojamos šios žaliavos: Girininkų karjero molis (Lietuva) bei Nikiforovo karjero molis (Ukraina). Girininkų karjero molis bus kasamas ekskavatoriumi bei atvežamas savivarčiais automobiliais. Nikiforovo molis – gabenamas geležinkeliu ir sandėliuojamas gamyklos patalpose.

Gamykla elektros energija bus aprūpinama iš teritorijoje esančios transformatorinės, kurią tieks AB „Energijos skirstymo operatorius“ (ESO).

Gamybai ir buitiniams reikmėms naudojamas vanduo bus tiekiamas iš Kauno vandentiekio.

Gamyboje dirbsiantys specialistai bus ruošiami Kauno technologijos universitete. Įmonėje galės dirbti darbuotojai iš įvairių Lietuvos miestų, kurie į darbą atvyks bei išvyks nuosavu arba viešuoju transportu.

1.1.4. Gamybinio pajėgumo ir gamybinės programos pagrindimas

Kadangi Lietuvoje yra pakankamai daug užsienio tiekėjų ir keraminių čerpių stogo danga vis populiarėja, pasirinkta gaminti 5 mln. vienetų per metus.

Planuojama įkurti keturis gamybos skyrius: žaliavų paruošimo, gaminių formavimo, gaminių džiovinimo bei gaminių degimo. Žaliavų paruošimo bei gaminių formavimo skyriai dirbs vieną pamainą per parą, t. y. po 8 valandas. Gaminių džiovinimo bei degimo skyriai dirbs trimis pamainomis (pamainos trukmė – 8 valandos).

1.1.5. Statybos aikštelės (teritorijos) charakteristika bei pagrindimas

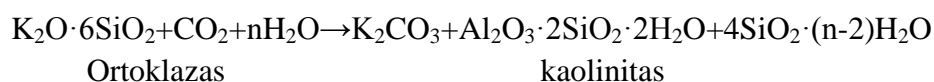
12 km atstumu nuo gamyklos yra nutolęs Girininkų molio karjeras iš kurio bus tiekama žaliava keraminių čerpių gamybai. Taip pat netoliese yra geležinkelis, kuriuo bus atsivežamas Nikiforovo molis. Kadangi gamykla statoma UAB „Rokų keramika“ įmonės teritorijoje yra patogų prisijungti prie vandens bei elektros energijos tinklų.

2. TIRIAMAS DARBAS

2.1. Literatūros apžvalga

2.1.1. Molių cheminė ir mineralinė sudėtis

Pagrindinė žaliava įprastinės (statybinės, buitinės, dekoratyvinės) keramikos gamyboje – tai įvairūs moliai. Jie susidaro dūlėjant magminėms uolienoms: granitams, sienitams, gneisams ir kt., kuriuose yra dideli kiekiai mineralų – lauko špatų (ortoklazo, mikroklino, albito, amazonito ir kt.). Jų cheminis irimas dėl atmosferos veiksnių poveikio (ledo, vandens ir oro srautų, ore esančio CO₂) vadinamas kaolinizacija [4]:



Iš šių uolienu irimo produktų ir susidaro naujos nuosėdinės uolienos – moliai, daugiausia sudaryti iš sluoksniuotos struktūros hidroaliumosilikatų: kaolinito (Al₂O₃·SiO₂·2H₂O, kurio moliuose yra ≤30 %), montmorilonito Al₂O₃·4SiO₂·nH₂O; ilito, nontronito, hidrožėručių ir kt.

Svarbiausią molingų dalelių frakciją moliuose sudaro labai smulkios (<0,005 mm) sluoksniuotos kristalinės struktūros hidroaliumosilikatų plokštelės, kuriose kristalizacinis vanduo yra tarpfluoksinėje ertmėje. Nuo molingos frakcijos kiekio ir priklauso svarbiausios technologinės molių savybės: jų plastiškumas formuojant gaminius, molių brinkimas vandenyje ir susitraukimas jiems džiūstant. Apvalios dulkių (0,005–0,15 mm) dalelės skiriasi nuo molingų dalelių tuo, kad jos vandenyje neišbrinksta. Jos blogina molių formavimosi savybes. Stambiausią molių frakciją – intarpus (0,15–5 mm) – dažniausiai sudaro kvarcas (SiO₂), lauko špatų, klinties (CaCO₃), dolomito (CaCO₃·MgCO₃), mergelio grūdėliai. Šios dalelės sumažina molio susitraukimą džiuvimo ir degimo metu, tačiau esant dideliems jų kiekiams labai sumažėja molių plastiškumas ir pablogėja keraminių gaminių formavimo procesas. Be to, stambūs nesusmulkinti karbonatiniai intarpai yra labai nepageidautini, nes išdegtuose keraminiuose gaminiuose susidaro tankūs, perdegti CaO ir MgO, kurie dėl savo didelio (~2,5 karto) plėtimosi hidratuojantis sukelia didelius vidinius įtempimus (smulkūs <0,5 mm karbonatų intarpai laikomi nepavojingi, jei jie tolygiai pasiskirstę visame masės tūryje) [4].

Molio sudėtyje randami šie oksidai: SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, TiO₂, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, SO₃, kaitmenys.

SiO₂ yra pagrindinis molio komponentas. Jis įeina į įvairių silikatų sudėtį arba yra laisvas, kvarcinio smėlio pavidalo. Gryname kaoline yra 46,6 % SiO₂. Lietuvos moliuose yra apie 50 % šio oksido. Didėjant jo kiekiui, mažėja molio plastiškumas, susitraukimas džiūstant, bet kartu sumažėja ir išdegtų gaminių stiprumas [5].

Al_2O_3 moliuose yra sujungtas į hidroaliumosilikatus. Tai labiausiai pageidautinas molių cheminės sudėties komponentas. Gryname kaoline yra 39,5 % Al_2O_3 . Lietuvos moliuose jo yra per mažai, tikrai apie 15 %. Didėjant jo kiekiui, pagerėja molio plastiškumas, didėja suformuotų, išdžiovintų ir išdegtų gaminių stiprumas ir ypač didėja molio atsparumas ugniai [5].

Pagal Al_2O_3 kiekį moliai skirstomi taip:

- labai baziški, kai $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2 >40$ %;
- baziški, kai $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2 = 30-40$ %;
- pusiau rūgštūs, kai $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2 = 15-30$ %;
- rūgštūs, kai $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2 <15$ %.

Geležies oksidai (Fe_2O_3 ir FeO) yra pagrindiniai dažantieji oksidai. Kai gaminiai degami redukciniėje aplinkoje, susidaro Fe (II) junginiai, kurie keraminę šukę nudažo melsvai žalia spalva. Kai šių junginių yra daug, gaunama tamsi, kartais beveik juoda spalva. Degant oksiduojančioje aplinkoje geležis būna trivalentė. Fe (III) junginiai keraminę šukę nudažo nuo geltonos iki tamsiai raudonos arba tamsiai raudonai rudos spalvos [5].

Lietuvos moliuose yra 4–8 % Fe_2O_3 .

Jeigu molyje yra daug smulkiadispersio tolygiai pasiskirsčiusio CaCO_3 , šukės spalva gaunama šviesesnė, nes Fe_2O_3 yra sujungtas į bespalvius Ca feritus ir Ca ferosilikatus. Jeigu FeO yra ≥ 3 %, tai, degant redukciniėje aplinkoje, pažemėja keraminės šukės susidarymo temperatūra.

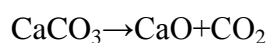
Esant didesniai TiO_2 kiekiui, keraminė šukė nusidažo melsvai pilka spalva. Bet Lietuvos moliuose šio oksido yra iki 1 % ir jis didesnės įtakos šukės savybėms neturi [5].

Pagal dažančiųjų oksidų kiekį moliai skirstomi į 4 grupes:

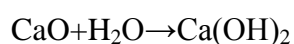
- turintys labai mažai oksidų: ($\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_3$) <1 %;
- turintys mažai oksidų: $\text{Fe}_2\text{O}_3 <1,5$ %, $\text{TiO}_2 <1$ %;
- turintys vidutinį oksidų kiekį: Fe_2O_3 : 1,5–3 %, TiO_2 : 1–2 %;
- turintys daug oksidų: $\text{Fe}_2\text{O}_3 >3$ %, $\text{TiO}_2 >2$ % [5].

Kalcio ir magnio oksidai molyje daugiausia būna karbonatų pavidalo. CaO Lietuvos moliuose yra per daug – apie 10 %. Jis žemina molių lydymosi temperatūrą ir siaurina sukepimo intervalą. MgO Lietuvos moliuose irgi yra per daug apie 3 %. Poveikis analogiškas kaip CaO .

Kai CaCO_3 molyje yra stambesnių kaip 1 mm intarpų pavidalo, jis yra labai žalingas, kadangi degimo metu skyla į CaO ir CO_2 :



Susidaręs CaO eksploatacijos metu hidratuojasi iki Ca(OH)_2 :



Šios reakcijos metu tūris padidėja maždaug dvigubai. Mažesni CaO grūdėliai nuo gaminio paviršiaus atskelia plokšteles, o didesni suardo visą gaminį [5].

Tačiau jeigu CaCO_3 yra labai smulkiadispersis, jis nėra žalingas, o netgi atvirkščiai – padidina gaminių atsparumą šalčiui.

K_2O ir Na_2O . Lietuvos moluose jų yra nuo 2 iki 4 %. Jie žemina molių lydymosi temperatūrą ir pagerina sukepimą [5].

Lietuvos moluose yra 0-3 % SO_3 . Jis rodo, kad molyje yra gipso ir geležies sulfidų, kurie, atliekant cheminę analizę, taip pat aptinkami sulfatų pavidalu. Geležies sulfidai išpučia gaminius, o gipsas išsiplauna į gaminių paviršių ir sudaro baltas dėmes. Dėl to pablogėja gaminių estetinė išvaizda, su jų paviršiumi blogiau sukimba tinkavimo ir mūrijimo skiediniai [5].

Kaitmenys. Lietuvos moluose jų būna nuo 10–15 %. Kaitmenis sudaro organinės priemaišos, chemiškai į hidroaliumosilikatus ir kristalohidratus sujungtas vanduo ir dekarbonizacijos metu išsiskiriantis CO_2 . Organinės priemaišos dažniausiai būna koloidinės būsenos. Jos sujungia daug vandens, pagerina molio plastiškumą. Tačiau džiovinant pusgaminius, organinės priemaišos padidina jų susitraukimą ir skatina plyšių atsiradimą. Išdegtiems gaminiams jos suteikia tamsesnę spalvą [5].

2.1.2. Čerpių masės paruošimo ir formavimo būdų analizė

Plastiškasis formavimas. Plastiškojo formavimo būdai remiasi sudrėkinto molio savybe sudaryti plastišką (tešlos pavidalo) masę, kuri gali plastiškai tekėti, t.y. veikiamą išorės jėgų gali keisti savo formą, bet išlikti vienalytė. Išorės jėgoms nustojus veikti, suformuotas pusgaminis išlaiko suteiktą formą. Naudojami trys plastiškojo formavimo būdai:

- išstūmimo (dažniausiai naudojamas statybiniams gaminiams formuoti);
- perpresavimo;
- šablonavimo [6].

Išstūmimo būdas. Iš preso išstumiamą masę pereina per formavimo galvutę ir įgauna reikiamą formą. Šitai formuojamos stačiakampio gretasienio formos juostos (ištisinės pilnavidurės arba skylėtos), cilindriniai strypeliai arba vamzdeliai. Šie ruošiniai vėliau supjaustomi į reikiamo dydžio pusgaminius [6].

Naudojami sraigtiniai (nuolatinio veikimo, slėgis 0,5–1 MPa) ir stūmokliniai (periodinio veikimo, slėgis 10 MPa) presai. Sraigtiniai dar vadinami juostiniais presais.

Pagrindinės formavimo defektus mažinančios technologinės priemonės yra šios: optimalaus formavimo drėgnio parinkimas, optimalus liesiklių kiekio bei granulometrijos parinkimas, geras masės vakuumavimas, presavimo galvutės ilgio ir kūgiškumo reguliavimas priklausomai nuo masės savybių, išstūmimo mentės formos parinkimas [6].

Perpresavimas. Norint gauti reikiamos formos, tikslių matmenų, aštrių briaunų ir stačių kampų pusgaminį, ruošinys įdėtas į formą papildomai suspaudžiamas profiliniu štampu. Šiuo būdu gaminamos keraminės čerpės: juostiniu vakuuminio presu paruošta masė supjaustoma ir tiekama į revolverinį presą, kur formuojamos čerpės [6].

Šablonavimo būdu gaminami plonasieniai dirbiniai: masė dideliu greičiu sukama formoje. Ją iš viršaus spaudžia dirbinio vidų atitinkantis šablonas [6].

Miltelių presavimas. Pussausiai ir sausi milteliai yra presuojami vienpusiais ir dvipusiais presais. Presavimo metu vykstančius procesus galima suskirstyti į kelias stadijas. Pirmojoje užpildomos stambiosios poros, dalelės juda lygiagrečiai su jas spaudžiančiu presavimo štampu. Šioje stadijoje grūdeliai nesuardomi ir nedeformuojami. Antrojoje stadijoje grūdelių persiskirstymą lemia deformacijos reiškiniai. Padidėja kontaktų tarp atskirų dalelių paviršiaus ir visos sistemos tankis. Presuojant visų pirma pasireiškia negrįžtamos deformacijos rūšys: plastiškasis tekėjimas ir pirminių mineralinių dalelių trapusis suirimas. Tačiau kartu veikia ir tamprioji deformacija, kai pašalinus slėgį dalelės stengiasi grįžti į pradinę savo padėtį. Esant tam tikram slėgiui, vyrauja tamprioji deformacija ir daugiau tokios sistemos sutankinti neįmanoma [6].

Pašalinus presavimo slėgį, įvyksta grįžtamasis (tamprusis) plėtimasis. Jis sudaro nuo 1–2 % iki 7–8 %. Dėl to sumažėja pusgaminio tankis, atsiranda matomų arba paslėptų plyšių.

Visi šiuolaikiniai presai yra dvipusio presavimo [6].

Liejimas. Galimi du liejimo būdai:

1. Vandeningų suspensijų liejimas į poringas formas, dažniausiai gipsines. Gipsas sugeria vandenį, o formos vidiniame paviršiuje susiformuoja pusgaminis. Jo mechaninio stiprumo užtenka, kad galima būtų išimti iš formos, transportuoti ir džiovinti;
2. Karštų suspensijų su išlydytais plastikiais liejimas į metalines formas. Tokių suspensijų dispersinė fazė (dažniausiai vaškas, parafinas) atiduoda šilumą metalinei formai ir sustingta.

Abiejų grupių šlikeriams keliami bendri reikalavimai:

- šlikerio homogeniškumas visame tūryje neturi labai kisti jį laikant ar paties liejimo metu;
- šlikeris turi būti labai takus.

Iš vandeningų suspensijų pusgaminiai liejami dviem pagrindiniais būdais: 1 – nupylimo; 2 – pripylimo (pripildymo) [5].

Liejant nupylimo būdu, kai ant formos vidinio paviršiaus susidaro pakankamo storio gaminys, likęs šlikeris nupilamas. Gaminant pripylimo būdu, procesas tęsiasi tol, kol masės

prisipildo visos tuštumos tūris. Kadangi šlikerio tūris mažėja, nes yra nusiurbiamas vanduo, tai jo kiekį reikia periodiškai papildyti. Papildomą šlikerio kiekį galima tiekti nuolat, virš formos pastatant šlikerio pripildytą piltuvą [5].

Nupylimo būdu gaminami plonasieniai gaminiai. Jų sienelės storis dažniausiai neviršija 3–5 mm. Pripylimo būdu gaminami storasieniai pilnaviduriai arba tuščiaviduriai gaminiai. Gaminant pastaruosius į formą įstatoma gipsinė šerdis [5].

Kai pasiekiamas norimas storis, šlikeris nupilamas arba jo daugiau nebetiekama. Tačiau iš drėgno pusgaminio vanduo toliau difunduoja į gipsinę formą. Dėl šios priežasties pusgaminis sausėja, šiek tiek susitraukia ir atšoka nuo formos [5].

Be gipsinių, dar naudojamos poringos keraminės ir plastmasinės formos. Jų apyvartumas žymiai didesnis, tačiau produkcija būna prastesnės kokybės [5].

Numatoma čerpes formuoti plastiškuoju būdu, nes:

- pussausiu presavimu galima suformuoti tik paprastos geometrinės formos, t.y. plokščiąsias čerpes;
- ruošiant formavimo mišinį šlikerio būsenoje, reikia pašalinti vandens perteklių, o tai reikalauja didelių energijos sąnaudų – šį būdą galima naudoti tik tada, kai žaliavos yra užterštos karbonatiniais ir kitais intarpais [5].

2.1.3. Čerpių degimo metu vykstantys procesai

Degimas yra paskutinė ir viena svarbiausių bei sudėtingiausių statybinės keramikos gamybos technologinių operacijų. Išdegti gaminiai įgyja naujų fizinių, techninių charakteristikų – pasidaro tvirti, įgauna metalinį skambesį, nebrinksta vandenyje, neyra nuo šalčio, blogai praleidžia šilumą [7].

Degant išdžiovintą pusgaminį, jame vyksta daug fizikinių ir cheminių procesų. Kadangi į krosnį kraunami 5–6 % drėgno pusgaminiai, tai visų pirma temperatūros intervale nuo 0 iki 150 °C jie galutinai išdžiovinami. Rekomenduojama džiovinti didinant dujų srauto judėjimo greitį ir palyginti lėtai keliant temperatūrą. Jos kėlimo greitis neturi viršyti 50–80 °C/val., kad dėl intensyvaus garavimo gaminiai nesutrūkinėtų. Parinkus tinkamą degimo režimą, kai temperatūros skirtumas gaminio stovyje neviršija 20–30 °C, drėgmė šalinama intensyviai (maždaug 200 g drėgmės per vieną valandą nuo vienos čerpės) ir nenukenčia gaminio kokybė [7].

Temperatūros intervale 150–800 °C vyksta dehidratacija – molio bei kitų mineralų sudėtyje esančio vandens šalinimas, dalies organinių priemaišų bei išdegančių priedų degimas, taip pat FeO oksidacija iki Fe₂O₃, todėl čerpės įgauna būdingą raudoną spalvą. Šio intervalo pradžioje

(150–300 °C) gaminys intensyviai traukiasi, todėl temperatūra turi būti keliami nedideliu greičiu [7].

Temperatūros intervale nuo 300 iki 900 °C kartu su dehidracija vyksta karbonatų skilimas. Geležies karbonatas skyla 300–400 °C temperatūroje, magnio – 600–700 °C, o kalcio – 850–900 °C temperatūroje. Be to, šiame intervale keičiasi ir kvarco atmainos. Nepaisant visų šių procesų, degant statybinę keramiką, temperatūros intervalas nuo 300 iki 900 °C yra nepavojingas ir temperatūra gali būti keliami greitai – 100–200 °C/val [7].

Intervale nuo 800 °C iki aukščiausios temperatūros vyksta molio mineralų kristalų gardelės irimas ir naujų junginių susidarymas, todėl gali atsirasti plyšių. Šiame intervale temperatūros kilimo greitis storasieniams gaminiams neturi viršyti 100–150 °C/val., o plonasieniams ir tuščiaviduriams – 200–220 °C/val. Temperatūrą nustojama kelti susidarius minimaliam skystos fazės kiekiui, reikalingam atskiroms dehidratuotoms, dekarbonizuotoms dalelėms ir kvarco grūdeliams tarpusavyje sujungti. Aukščiausioje degimo temperatūroje gaminiai kurį laiką išlaikomi, kad temperatūra tolygiai pasiskirstytų visame storyje, o kartu tolygiai pasiskirstytų ir skystoji fazė [7].

Plastiškojo formavimo statybinės keramikos gaminiai, priklausomai nuo molio savybių, degami 960–1040 °C temperatūroje.

Kad neatsirastų plyšių, gaminiai aušinami nedideliu greičiu. Nuo 900 iki 650 °C temperatūrą galima mažinti 175–200 °C/val., nuo 650 iki 500 °C, dėl SiO₂ atmainų kitimo – šiek tiek lėčiau, o toliau aušinimą vėl galima suintensyvinti [7].

Pradiniu periodu gaminius tikslinga degti oksidacinėje aplinkoje. Tada geriau sudega kuras ir lengviau išdega organinės medžiagos bei įmaišyti į masę išdegantys priedai. Pasiėkus 800–900 °C, tikslinga sudaryti redukcinę aplinką. Joje Fe₂O₃ virsta reaktingesniu FeO, todėl suintensyvėja degimo procesas ir pagerėja gaminių kokybė [7].

2.1.4 Skystafazis sukepimas

Dažniausiai sukepimu vadinamas keraminio pusgaminių, susidedančio iš daugybės menkai tarpusavyje susijusių dalelių, virtimas vientisu kietu kūnu, kurį galima suardyti tik suardžius naujus susidariusius dalelių tarpusavio ryšius [5].

Pagrindiniu keramikos sukepimo požymiu laikomas medžiagos tankio ir mechaninio stiprumo padidėjimas.

Kokybinis sukepimo proceso įvertinimas dažniausiai remiasi degamos medžiagos tankio kitimu, t.y. kuo medžiaga labiau sutankėja, tuo geriau ji sukepa [5].

Keramikai būdingas toks skystafazio sukepimo mechanizmas, kai degimo metu kietos kristalinės dalelės klijuojasi ir suartėja, t. y. jos visiškai neištirpsta. Šie procesai vyksta dėl vilgančiojo lydalo paviršiaus įtempio jėgų [5].

Dažniausiai vyksta procesas kai kietoji fazė tam tikru laipsniu tirpsta skystojoje. Tokio mechanizmo pagrindinės savybės yra šios:

- visų pirma jau sukepimo pradžioje kietoji fazė smarkiai tirpsta neprisotintame lydale ir jo kiekis gerokai padidėja. Dėl šios priežasties pradinis pridedamų lydžių medžiagų kiekis gali būti palyginti nedidelis;
- dar svarbesnė aplinkybė yra ta, kad skystafazis sukepimas nesibaigia kietoms dalelėms maksimaliai suartėjus. Taip yra todėl, kad tirpstant susiliečiantiems paviršiams, dalelės gali suartėti vienos su kitomis. Be to, yra žinoma, kad smulkios dalelės dėl jų mažesnio spindulio tirpsta greičiau nei stambios. To pasėkoje vienas ir tas pats lydalas smulkesnių dalelių atžvilgiu yra dar neprisotintas, o stambiųjų dalelių atžvilgiu persotintas. Dėl šios priežasties tuo pačiu metu vyksta kietosios fazės tirpimas lydale ir jos kristalizacija iš lydalo, t. y. kietoji fazė pernešama iš mažų dalelių į stambias. Šio proceso metu smulkios dalelės gali visiškai išnykti, o liekantys kristalai sustambėja, susilygina jų paviršius [5].

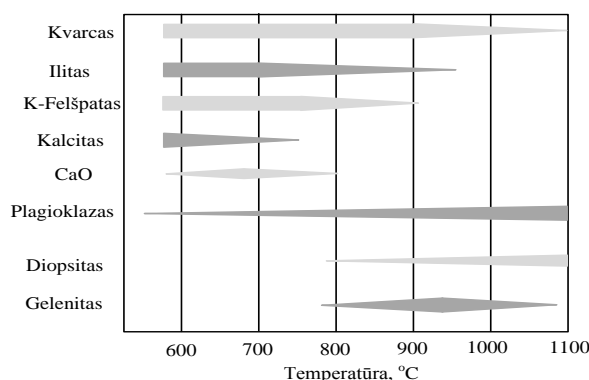
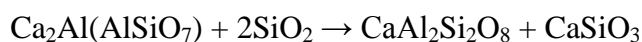
Dėl šių priežasčių kietosios fazės išsidėstymas gali pasikeisti taip, kad padidės visos sistemos tankis. Vykstant visiems šiems reiškiniams, medžiagos sukepa esant gerokai mažesniems lydalo kiekiams. Jeigu lydalo kiekis yra mažesnis, tai ir atvėsintoje keramikoje stiklo fazės yra mažiau. Todėl daugelyje pramoninių keraminių medžiagų, gautų skystafazio sukepimo būdu, kai kietos dalelės tirpsta lydale, kietų kristalinių medžiagų būna 80–90 %.

Nuo kristalinių medžiagų kiekio labai priklauso mechaninės, šiluminės ir elektrinės keramikos savybės [5].

2.1.5. Čerpių mineralinė sudėtis

Didžioji statybinės keramikos dalis yra gaminama iš raudonos šukės molių, kuriuose vyraujantis molio mineralas yra ilitas. Nedideli kaolinito, smektito (montmorilonito) ar chlorito kiekiai, kurių taip pat yra šiuose moluose, mažai įtakoja gaminių savybes. Lietuvos ilitiniuose moluose yra daug geležies ($\text{Fe}_2\text{O}_3 = 4\text{--}8\%$), kalcio ($\text{CaO} = 6\text{--}10\%$) junginių ir feldšpatų ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 2\text{--}4\%$), kurie turi didelę įtaką susidarančios keraminės šukės mineralinei sudėčiai, savybėms ir spalvai. Degant tokius molius oksiduojančioje aplinkoje, kalcitas baigia skilti $\sim 750\text{ }^\circ\text{C}$, šarminiai feldšpatai (ortoklazas KAlSi_3O_8 ir albitas $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) – $\sim 900\text{ }^\circ\text{C}$, o ilitas – $\sim 950\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūroje (žr. 2.1.5.1 pav.). Skylant kalcitui, susidaro šiek tiek laisvo CaO , tačiau jis greitai sureaguoja su šarminiais feldšpatais, susidarant kalciumu prisotintiems feldšpatams –

plagioklazams $(Ca, Na)AlSi_3O_8$. Feldšpatų lydale po truputį pradeda tirpti kvarcas. Taigi, išdegus statybinę keramiką 1100 °C temperatūroje oksiduojančioje aplinkoje, jos šukėje vyrauja šie kristaliniai mineralai – kvarcas, Ca-plagioklazai, diopsidas $Ca(Mg, Al)Si_2O_6$ ir gelenitas $Ca_2Al(AlSiO_7)$. Gelenitas sureaguoja su SiO_2 , susidarant plagioklazų grupės mineralui anortitui ir volastonitui [7]:



2.1.5.1 pav. Ilitinių molių mineralinės sudėties kitimo degimo metu schema

Keraminės šukės mineralinė sudėtis įtakoja ir jos spalvą. Jei molyje yra tik keli procentai CaO, tai degant oksiduojančioje aplinkoje, spalva tiesiogiai priklauso nuo hematito kiekio ir kinta nuo gelsvos (~1 % Fe_2O_3) iki raudonai rudos (~10 % Fe_2O_3). Jeigu geležingame molyje yra daug smulkiadispersinių Ca junginių (8–10 % ir daugiau), tai keraminiai dirbiniai bus gerokai šviesesni. Taip yra todėl, kad Fe^{3+} lengvai įsiterpia į diopsido ir gelenito kristalų gardelės struktūrą. Šių mineralų spalva yra šviesi, balzgana, o sujungus Fe^{3+} , reaguojančioje sistemoje nelieka pagrindinio dažančio oksido – hematito [7].

Lengvai lydžių ilitinių molių degimo temperatūrą didinant nuo 900 iki 1100 °C, jų spalva palengva, bet nuosekliai tamsėja. Taip yra dėl to, kad gelenitas palaipsniui pereina į anortitą, į kurio kristalų gardelės struktūrą negali įsiterpti Fe^{3+} jonai [7].

Redukuojančioje aplinkoje jau 600–700 °C temperatūroje Fe^{3+} jonai pereina į Fe^{2+} jonus, kurie pradeda terptis į ilito gardelę, todėl jos patvarumas sumažėja nuo 950 °C iki ~800 °C temperatūros. Kadangi divalentė geležis yra stiprus fliusas, tai degamame keraminiame kūne lydalas pradeda susidaryti ~100 °C žemesnėje temperatūroje, nei oksiduojančioje aplinkoje. Daug karbonatų turinčiuose moliuose šie procesai vyksta kiek lėčiau, nes išsiskiriantis CO_2 kiek sulėtina Fe^{3+} junginių virsmą į Fe^{2+} junginius. Gelenitas į anortitą baigia pereiti irgi žemesnėje, ~980 °C temperatūroje. Viso to pasėkoje paspartėja keraminės šukės susidarymo procesai arba jie gali vykti žemesnėje temperatūroje [7].

2.2. Naudotos medžiagos ir tyrimų metodai

2.2.1. Naudotos medžiagos ir jų paruošimas

Girininkų (Lietuva) telkinio molis. Bandymuose naudotas Girininkų molis buvo išdžiovintas 105–110 °C temperatūroje, po to susmulkintas žiauniniu trupintuvu ir dismembratoriumi iki mažesnių kaip 1 mm dydžio grūdelių. Molio vidutinė cheminė sudėtis pateikta 2.1-oje, o kaitmenys – 2.2-oje lentelėse.

Nikiforovo (Ukraina) sunkiai lydus molis. Jis paruoštas taip pat, kaip ir Girininkų molis. Cheminė sudėtis nurodyta 2.1-oje, kaitmenys – 2.2-oje lentelėse.

2.2.2. Tyrimų metodika

Rentgeno spinduliuotės difrakcinės analizės (RSDA) tyrimai buvo atlikti difraktometru D8 Advance (Bruker AXS, Karlsruhe, Vokietija). Naudota: spinduliuotė – CuK_α , filtras – Ni 0.02 mm, anodinė įtampa $U_a = 40$ kV srovės stiprumas $I = 40$ mA. Difrakcinės kreivės užrašytos $2\theta = 2\div 60^\circ$ kampų intervale, skanavimo greitis 6° min^{-1} naudojant dvigubą $2\theta/\theta$ skanavimą. Difrakcinės kreivės užrašytos naudojant Brago-Brentano geometriją.

Vienalaikės terminės analizės VTA (DSK, TG) tyrimai buvo atlikti Linseis STA PT1000 (Vokietija) terminiu analizatoriumi. Parametrai: temperatūros kėlimo greitis – 15 °C/min, temperatūros intervalas – $30\text{--}1000$ °C, etalonas – tuščias Pt/Rh tигlis, atmosfera krosnyje – oras. Matavimų tikslumas ± 3 °C.

Dilatometrinės analizės DIL tyrimai buvo atlikti horizontaliuoju dilatometru Linseis L75H1600 Platinum Series, bandinius kaitinant 15 °C/min greičiu nuo 20 °C iki 1050 °C. Iš molių buvo suformuoti 50 mm ilgio ir 5 mm skersmens cilindro formos bandiniai, kurie buvo išdžiovinti, o jų galai nušlifuoti statmenai ašiai.

Bandinių cheminės sudėties analizė atlikta rentgeno spinduliuotės fluorescensiniu spektrometru Bruker X-ray S8 Tiger WD. Naudotas rodžio (Rh) vamzdelis, antodinė įtampa U_a iki 60 kV, srovės stipris I iki 130 mA. Presuoti bandiniai buvo matuoti helio atmosferoje. Matavimai atlikti SPECTRA Plus QUANT EXPRESS metodu.

Bandinių susitraukimo ir sukepimo savybėms nustatyti molis buvo susmulkintas taip, kad visas persisijotų per $0,5$ mm dydžio akelių sietą. Molio milteliai suberti į 170 mm skersmens porcelianinę lėkštelę ir sudrėkinti ~ 50 cm³ distiliuoto vandens. Rankomis maišant, minkant ir trinant, mišinys buvo homogenizuotas iki vienalytės, vienodo drėgnio masės. Gauta molio tešla voleliu su 8 mm aukščio kojėlėmis buvo voliota ant medinės lentos. Kočiojant volelis buvo silpnai spaudžiamas į molį, keičiama voliojimo kryptis bei kočiojamos abi plokštės pusės (apverčiant). Molio tešlai pradėjus lipti prie volelio, jis buvo nuvalomas trinant sausais molio

milteliais. Iš suformuotos 8 mm storio vientisos plokštės, stačiakampio gretasienio formos rėžtuku buvo išpjauta po dvidešimt vieną 60×30×10 mm bandinį (kiekvienam moliui). Nelygus, suaižėjęs, jų paviršius buvo retušuotas drėgna kempine. Per abi bandinių įstrižaines smailiosiomis slankmačio kojėlėmis, 50 mm atstumu viena nuo kitos, buvo įspaustos negilios atžymos, o po džiovinimo ir degimo išmatuoti nauji atkarpų atstumai.

Bandinių paruošimas granulimetrinės sudėties nustatymui. Drėgnas molis (1 kg) buvo supjaustytas ir sutrupintas į 1–2 cm dydžio gabalus ir plonu sluoksniu paskleistas ant medinio padėklo. Molis savaitę išlaikytas kambario (20 ±2 °C) temperatūroje. Išdžiūvęs orasausis molis buvo pasvertas, mediniu grūstuvu sutrupintas ir persijotas per sietą su 2 mm dydžio akelėmis. Buvo atrinkti per šį sietą neperėję intarpai, nuo jų standžiu šepetėliu nuvalytos prilipusios priemaišos ir jie pasverti. Smulkesnė kaip 2 mm orasausio molio frakcija buvo kruopščiai permaišyta, supilta į sandarų indą, paženklinta ir panaudota molio granulimetrinei sudėčiai nustatyti.

2.2.3. Rezultatai ir jų aptarimas

Cheminė sudėtis

Molių cheminė sudėtis nustatyta rentgeno fluorescencinės analizės metodu. Gauti rezultatai pateikti 2.2.3.1 lentelėje

2.2.3.1 lentelė. Girininkų ir Nikiforovo telkinių molio cheminė sudėtis

| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | CaO | Fe ₂ O ₃ | K ₂ O | MgO | TiO ₂ | Na ₂ O | P ₂ O ₅ | SO ₃ | Kiti | Viso |
|------------------|------------------|--------------------------------|------|--------------------------------|------------------|------|------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------|-------|------|
| Girininkų molis | 48,2 | 14,1 | 11,9 | 6,13 | 4,09 | 3,78 | 0,80 | 0,529 | 0,144 | 0,050 | 0,081 | 89,9 |
| Nikiforovo molis | 58,5 | 20,8 | 1,06 | 7,16 | 2,39 | 1,08 | 0,861 | 0,718 | 0,119 | 0,107 | 0,5 | 93,5 |

Analizuojant šiuos duomenis, matyti, kad Girininkų karjero molyje yra tik 14,1 % Al₂O₃ ir net 11,9 % CaO. Tokios cheminės sudėties moliai dažniausiai lydosi pakankamai žemoje temperatūroje, jų sukepimo intervalas yra siauras. Nikiforovo molyje yra 20,8 % Al₂O₃ ir tik 1,06 % CaO. Kadangi Al₂O₃ padidina molio atsparumą ugniai ir praplečia sukepimo intervalą tai, tikėtina, kad Girininkų molį sumaišius su Nikiforovo moliu iš gauto mišinio bus galima gaminti mažo vandens įmirkio keramines čerpes. Kadangi Girininkų molyje yra ~10 % mažiau SiO₂, tai jis turėtų užtikrinti pakankamą formavimo masės plastiškumą. Šarmų kiekis K₂O+MgO yra pakankamas.

Abiejose moliuose taip pat yra BaO, ZrO₂, SrO, ZnO, Cr₂O₃, Rb₂O priemaišų. Jų bendra suma neviršija 1%, todėl didesnės įtakos molių technologinėms savybėms neturės. Taip pat nustatyti šių molių kaitmenys (žr. 2.2.3.2 lentelė).

2.2.3.2 lentelė. Girininkų ir Nikiforovo telkinių molio kaitmenys

| Eil. nr. | Girininkų karjero molis | | | | Nikiforovo karjero molis (%) | | | |
|----------|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| | Pradinė masė, g | Iškaitinta masė, g | Masių skirtumas, g | Kaitmenys, % | Pradinė masė, g | Iškaitinta masė, g | Masių skirtumas, g | Kaitmenys, % |
| 1 | 11,0106 | 11,0101 | 0,0005 | 15,41 | 12,2125 | 12,2120 | 0,0005 | 7,42 |
| 2 | 13,0644 | 13,0642 | 0,0002 | 15,39 | 12,5930 | 12,5927 | 0,0003 | 7,38 |
| | | | Vidurkis | 15,40 | | | Vidurkis | 7,40 |

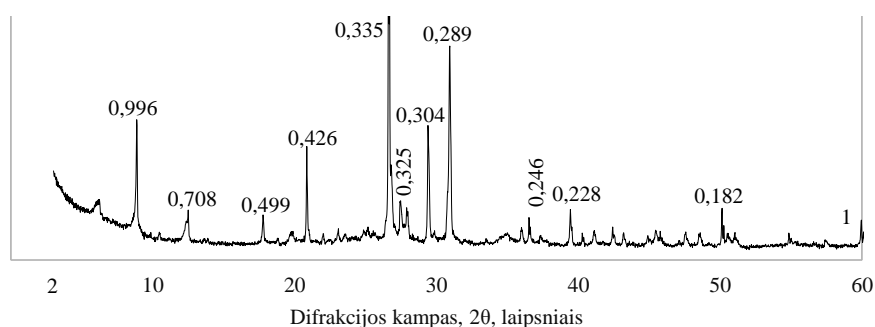
Prie Girininkų molio oksidų kiekių sumos pridėję kaitmenis, gauname $84,1 + 15,4 = 99,5 \%$, o Nikiforovo moliui – $92,3 + 7,4 = 99,7 \%$, t. y. cheminė sudėtis nustatyta pakankamai teisingai.

Rentgeno spinduliuotės difrakcinė analizė RSDA

Rentgeno spinduliuotės difrakcinė analizė RSDA naudojama mineralams, cheminiams junginiams ir jų atmainoms identifikuoti bei kiekybinei junginių analizei, monokristalų ir polikristalinių medžiagų kristalų gardelės struktūrai ir jos defektams nustatyti.

RSDA yra neardomasis instrumentinis tyrimo metodas.

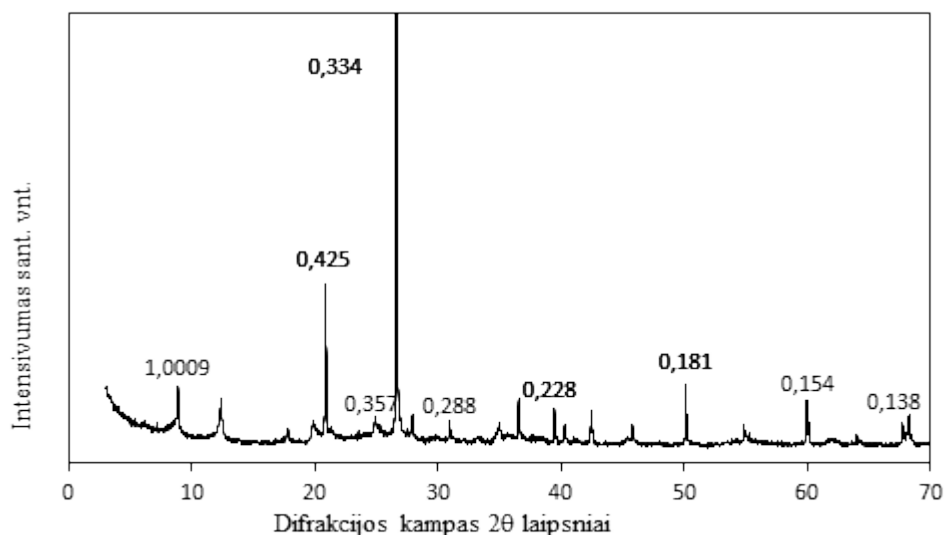
RSDA plačiai taikoma molių ir iš jų pagamintos keraminės šukės kristalinei struktūrai apibūdinti, t. y. junginiams ir jų atmainoms identifikuoti [8].



2.2.3.1 pav. Girininkų telkinio molio RSDA kreivė

Girininkų molio RSDA kreivė (žr. 2.2.3.1 pav.) pradėta analizuoti nuo didžiausio intensyvumo ($d = 0,335 \text{ nm}$) smailės. Duomenų bazėse rasta, kad ši smailė yra būdinga kvarcui. Po to patikrintos visos kvarco mažesnio intensyvumo smailės. Kadangi šios smailės sutampa su kataloginėmis ($d = 0,426; 0,228; 0,182 \text{ nm}$), tai junginys nustatytas teisingai. Tada parinkta likusi didžiausio intensyvumo smailė ($0,289 \text{ nm}$) ir rastas junginys, kuriam ši smailė priskiriama. Tikėtina, kad tai dolomitas. Patikrintos šio mineralo mažesnio intensyvumo smailės – jei ir jos sutaptų, būtų nustatytas antras junginys. Deja, jų intensyvumas yra mažas, todėl vienareikšmiškai atsakyti sunku. Iš likusių smailių vėl parinkta intensyviausia ($0,304 \text{ nm}$), kuri gali būti priskirta kalcitui. Matyti, kad RSDA kreivėje lieka dvi intensyvios ($0,996$ ir $0,708 \text{ nm}$) ir kelios mažo intensyvumo smailės. Analogiškai analizuojant, padaryta išvada, kad jos yra būdingos molio mineralams – ilitui ir kaolinitui.

Analizuojant nustatyta, kad molyje yra kvarco, kalcito, dolomito, ilito bei kaolinito.



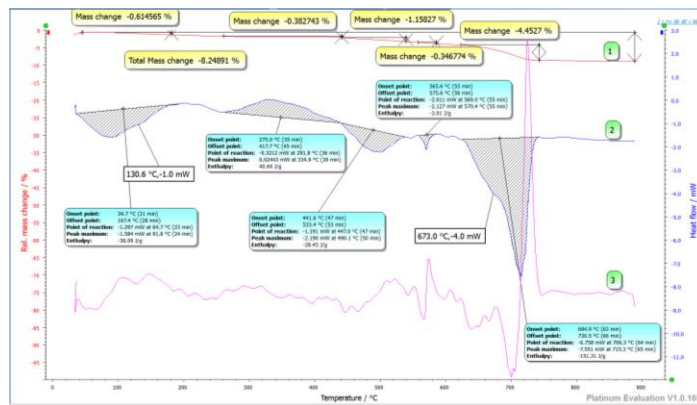
2.2.3.2 pav. Nikiforovo telkinio molio RSDA kreivė

Analizuojant Nikiforovo molio RSDA kreivę (žr. 2.2.3.2 pav.) nustatyta, kad jame taip pat yra daug kvarco (atstumai tarp plokštumų: $d = 0,425; 0,334; 0,181; 0,154; 0,228 \text{ nm}$), ilito ($d = 1,001 \text{ nm}$) ir kaolinito ($d = 0,357 \text{ nm}$). Galima pakankamai patikimai teigti, jog Nikiforovo molyje ilito yra gerokai mažiau negu Girininkų molyje, kadangi pagrindinio atspindžio ($d = 1,001 \text{ nm}$) intensyvumas yra ~2 kartus mažesnis. Dar vienas esminis skirtumas, jog šiame molyje yra gerokai mažiau karbonatų. RSDA kreivėje galima identifikuoti nedidelio intensyvumo dolomitui būdingas smailes ($d = 0,288; 0,138 \text{ nm}$), o kalcitui būdingų smaيليų iš viso nėra. Taigi, Nikiforovo molyje yra neplastiškųjų komponentų – kvarco ir šiek tiek dolomito, bei molio mineralų – kaolinito (vyrauja) ir ilito. Šie duomenys sutampa su cheminės analizės rezultatais.

Vienalaikė terminė analizė VTA

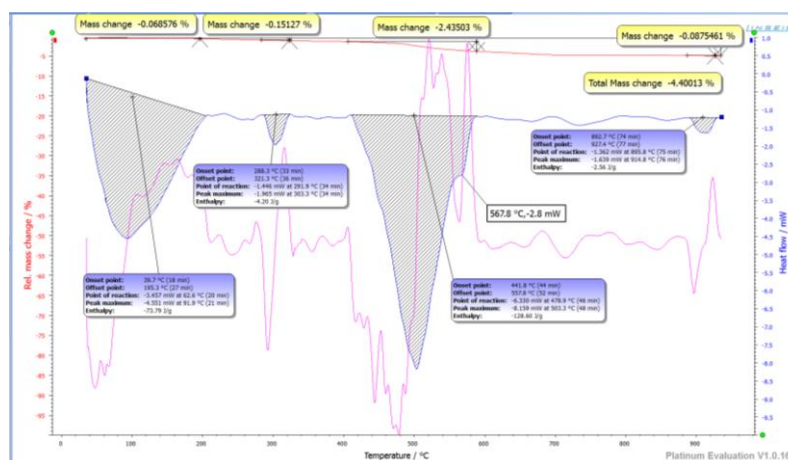
Terminė analizė – sistemos fizikinių ir cheminių savybių arba jos šiluminių charakteristikų priklausomybės nuo temperatūros nustatymo būdas.

Vienalaikė terminė analizė VTA – sudėtinė analizė, kurios metu medžiaga vienu metu, kartu tiriama TGA ir DSK metodais. Ji suteikia gerokai daugiau informacijos, negu jos gaunama tiriant tą pačią medžiagą atskirais aparatais [8].



2.2.3.3 pav. Girininkų telkinio molio RSDA kreivė

Atlikus Girininkų telkinio molio vienalaikę terminę analizę (žr. 2.2.3.3 pav.) matyti, kad DSK kreivėje ~92 ir 130 °C temperatūroje vyrauja dviguba endoterminė smailė, kuri priskiriama laisvojo vandens pašalinimui. Tačiau jo yra nedaug, nes masės nuostoliai šiame temperatūros intervale sudaro 0,6 % (TG kreivė). 275–417 °C temperatūros intervale esantis egzoterminis efektas parodo, kad iš molio išdega organinės priemaišos. Jų taip pat nėra daug, nes masės nuostoliai ne didesni kaip 0,4 %. 440–533 °C temperatūroje molio mineralai netenka tarp sluoksninio (kristalinio) bei chemiškai sujungto vandens (endoterminis efektas 490 °C). Remiantis vien terminės analizės metodais, negalima nustatyti molio mineralų grupės, kadangi kaolinito, mortmorilonito ir ilito dehidratacijos temperatūros yra artimos ir dažnai persidengia. Tačiau iš RSDA duomenų žinoma, kad Girininkų molyje vyrauja ilitas, todėl šis endoterminis efektas priskirtinas jo dehidratacijai. Endoterminis efektas 569 °C temperatūroje būdingas β -kvarco atmainos virsmui į α -kvarcą. 673 ir 715 °C temperatūroje esantis dvigubas endoterminis efektas priskiriamas dolomito ir kalcito skilimui. Šio proceso metu masė sumažėja 4,45 %. Taigi, VTA duomenys visiškai patvirtina ir papildo RSDA duomenis.



2.2.3.4 pav. Nikiforovo molio TGA(1), DSK (2) ir DDSK kreivės

Analizuojant Nikiforovo molio VTA kreives (žr. 2.2.3.4 pav.) nustatyta, kad jame laisvojo vandens yra tik pėdsakai (<0,07 %, TGA kreivė). Didelis endoterminis efektas DSK kreivėje

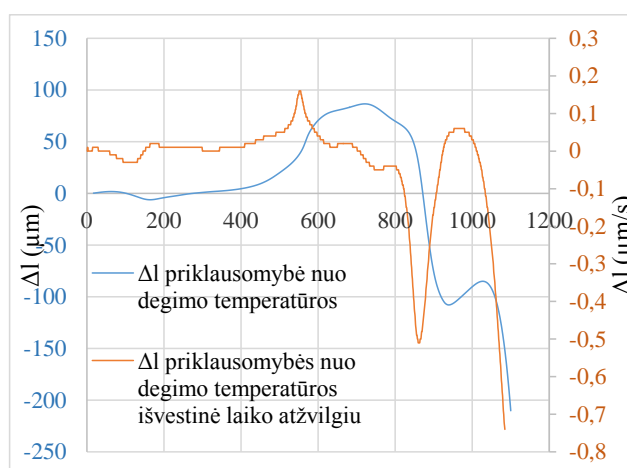
40–195 °C temperatūros intervale priskirtinas aparatūriniam faktoriui, t. y. šilumos srautų ant etalono ir kontrolinės termoporų išsilyginimui. Nedidelis endoterminis efektas 303 °C temperatūroje liudija, kad šiame molyje yra kalcio aluminatų $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$, bet jų kiekis nedidelis, nes masės nuostoliai – tik 0,15 %. Šiame molyje yra gerokai daugiau kaolinito, nes endoterminis efektas 503 °C temperatūroje kelis kartus didesnis, nei Girininkų molio. Smailė 568 °C temperatūroje byloja, kad jame yra ir šiek tiek ilito. Bendras molio mineralų kiekis galimai yra gerokai didesnis, nes masės nuostoliai jų dehidratacijos metu sudaro 2,43 % (vietoj 1,16 % Girininkų molyje). Kaip matyti iš RSDA duomenų, Nikiforovo molyje praktiškai nėra karbonatų, nes nenustatyti jiems būdingi virsmai. Endoterminis efektas 915 °C temperatūroje parodo, kad suardoma molio mineralų kristalų gardelė.

Dilatometrinė analizė DIL

Kadangi keraminės medžiagos dažniausiai būna polikristalinės, tai jų tūrinis šiluminio plėtimosi koeficientas β apytikriai lygus trigubam linijiniam šiluminio plėtimosi koeficientui α :

$$\beta = 3\cdot\alpha.$$

Šiluminio plėtimosi koeficientas yra labai svarbus rodiklis ugniai atsparios, dailiosios ir daugelio šiuolaikinės keramikos dirbinių gamyboje. Šiluminio plėtimosi koeficientas dažniausiai yra nustatomas dilatometrine analize – tai tyrimo metodas, pagrįstas tiriamosios medžiagos matmenų (tūrio) kitimo matavimu, esant tam tikram temperatūros režimui [8].



2.2.3.5 pav. Girininkų molio dilatometrinės analizės kreivės

Iš kreivių matyti, kad 90–180 °C temperatūros intervale bandinys šiek tiek susitraukia (žr. 2.2.3.5 pav.). Tai susiję su vandens likučių pasišalinimu iš stambių porų ir tarp sluoksnių tarp dalelių. 180–550 °C temperatūros intervale Girininkų telkinio molyje jokių staigių pokyčių nėra – vyksta tolygus kaitinamo kūno plėtimasis. Esant 573 °C vyksta intensyvus molyje esančio β -kvarco virsmas į α -kvarcą (gryno kvarco tūris padidėja 0,8–1,3 %, o matmenys – 0,25–0,45

%). 825–960 °C temperatūroje bandinys intensyviai traukiasi, nes pradeda lydėtis feldšpatai, susidaro skystoji fazė. 1020 °C temperatūroje prasidedantį antrą intensyvaus traukimosi etapą sukelia tai, kad lydale pradeda tirpti aukštos lydymosi temperatūros mineralai, t. y. silicio, aliuminio, kalcio, geležies junginiai.

Granulimetrinė sudėtis

Molio granulimetrinė sudėtis rodo, kiek procentų jame yra atitinkamo stambumo dalelių. Molio granulimetrinei sudėčiai būdingos šios frakcijos:

- didesnės kaip 1 mm dalelės (stambus smėlis);
- 1–0,25 mm dalelės (vidutinio stambumo smėlis);
- 0,25–0,05 mm dalelės (smulkus smėlis);
- 0,05–0,005 mm dalelės (dulkės);
- <0,005 mm dalelės (molingoji substancija).

Molių granulimetrinė sudėtis nustatyta pipetės metodu. Jis remiasi kiekybiniu dalelių pasiskirstymu pagal stambumą atsižvelgiant į jų nusėdimo greitį vandenyje ir gautų frakcijų masės nustatymą. Molyje nustatomos smulkesnė nei 2 μm (0,002 mm), 2–20 μm (0,02 mm), 20–63 μm (0,063 mm) bei stambesnė nei 63 μm frakcijos, jų kiekiai apskaičiuojami masės procentais [8].

Gauti rezultatai pateikti: Girininkų telkinio molio 2.2.3.3 ir 2.2.3.4 lentelėse, Nikiforovo molio 2.2.3.5 ir 2.2.3.6 lentelėse.

2.2.3.3 lentelė. Girininkų telkinio sauso molio ir jo frakcijų masės

| Bandinys | Sausas molis | ≥ 63 μm | < 63 μm | < 20 μm | < 2 μm |
|-----------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Žymėjimas | m | m ₁ | m ₂ | m ₃ | m ₄ |
| Masė, g | 20,02 | 0,17 | 0,49 | 0,45 | 0,22 |

2.2.3.4 lentelė. Girininkų telkinio skirtingo dydžio molio dalelių kiekis

| Dalelių dydis | < 2 μm | 2 – 20 μm | 20 – 63 μm | ≥ 63 μm |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Žymėjimas | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | Y ₄ |
| Masė, g | 8,80 | 9,20 | 1,60 | 0,17 |
| Žymėjimas | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ |
| Frakcijos kiekis, % | 43,96 | 45,95 | 7,99 | 0,85 |

2.2.3.5 lentelė. Nikiforovo telkinio sauso molio ir jo frakcijų masės

| Bandinys | Sausas molis | ≥ 63 μm | < 63 μm | < 20 μm | < 2 μm |
|-----------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Žymėjimas | m | m ₁ | m ₂ | m ₃ | m ₄ |
| Masė, g | 20,01 | 0,22 | 0,39 | 0,39 | 0,20 |

2.2.3.6 lentelė. Nikiforovo telkinio skirtingo dydžio molio dalelių kiekis

| Dalelių dydis | < 2 μm | 2 – 20 μm | 20 – 63 μm | ≥ 63 μm |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Žymėjimas | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | Y ₄ |
| Masė, g | 8,00 | 7,60 | 0,00 | 0,22 |
| Žymėjimas | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ |
| Frakcijos kiekis, % | 39,98 | 37,98 | 0,00 | 1,10 |

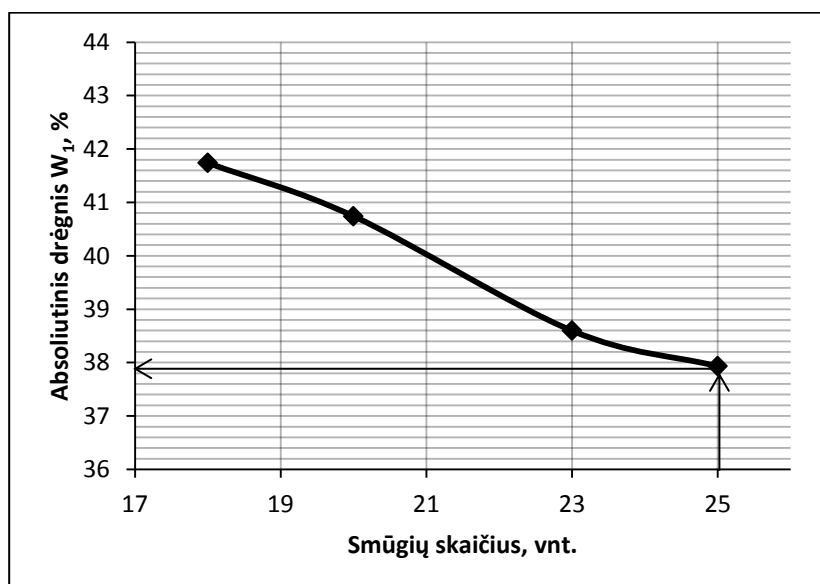
Nuo molio granulimetrinės sudėties priklauso jo plastiškumas, susitraukimas džiūstant bei degant, gaminių stiprumas. Molingoji frakcija yra svarbiausia molio granulimetrinės sudėties dalis. Pagal gautus duomenis matyti, jog Girininkų molyje molingosios dalelės sudaro 43,96 %, Nikiforovo – 39,98 %, t. y. pakankami kiekiai, kad iš šių molių gaminius būtų galima formuoti plastiškuoju būdu. Pagal dispersiškumą moliai priskiriami dispersiškiems moliams.

Plastiškumas

Plastiškumas yra molio savybė sudaryti su vandeniu plastišką tešlą, kuri, veikiamą išorės jėgų, lengvai formuojasi, o toms jėgoms nustojus veikti, išlaiko suteiktą formą. Plastiškumas nusakomas plastiškumo skaičiumi P, kuris rodo skirtumą tarp ribinio tekančio molio drėgnio, kai jis pradeda tekėti tiksliai sukūstas, ir ribinio voliojimo drėgnio, kai voliojimo būdu sausinama molio masė pradeda byrėti nesulimpančiais gabaliukais. Kuo plastiškesnis molis, tuo didesnis ir šis drėgnių skirtumas, t. y. plastiškumo skaičius [8].

2.2.3.7 lentelė. Girininkų telkinio molio plastiškumo skaičius

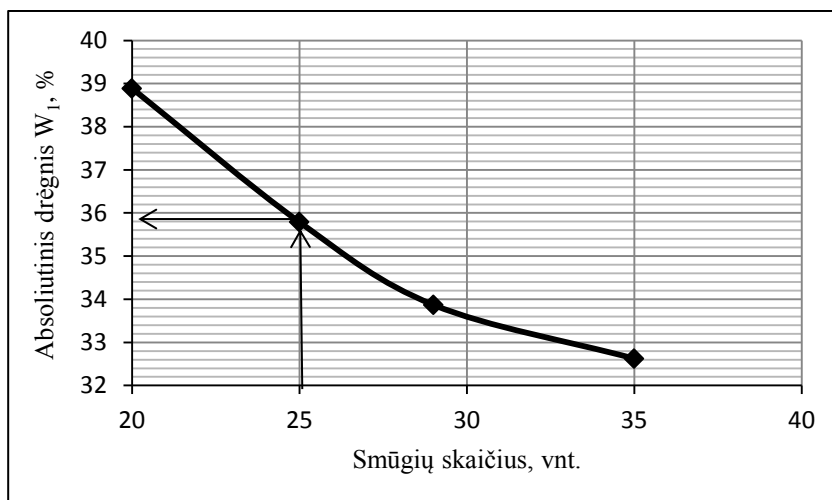
| Eil. Nr. | Smūgių skaičius | Skystėjimo riba SR | | | Plastiškumo riba PER | | |
|------------------------------------|-----------------|--------------------|------------------------|-------------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| | | Tešlos masė, g | Sauso bandinio masė, g | Drėgnis W_1 , % | Tešlos masė, g | Sauso bandinio masė, g | Drėgnis W_2 , % |
| 1 | 18 | 1,63 | 1,15 | 41,74 | - | - | - |
| 2 | 20 | 1,52 | 1,08 | 40,74 | - | - | - |
| 3 | 23 | 2,37 | 1,71 | 38,60 | - | - | - |
| 4 | 25 | 2,00 | 1,45 | 37,93 | - | - | - |
| 5 | 25 | - | - | - | 14,33 | 11,83 | 21,13 |
| Plastiškumo skaičius $P = SR - PR$ | | | | 19 | Grupė | Vidutiniškai plastiški | |



2.2.3.6 pav. Girininkų molio masės absoliutinio drėgnio W_1 ir smūgių skaičiaus tarpusavio priklausomybė

2.2.3.8 lentelė. Nikiforovo telkinio molio plastiškumo skaičius

| Eil. Nr. | Smūgių skaičius | Skystėjimo riba SR | | | Plastiškumo riba PER | | |
|------------------------------------|-----------------|--------------------|------------------------|-------------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| | | Tešlos masė, g | Sauso bandinio masė, g | Drėgnis $W_1, \%$ | Tešlos masė, g | Sauso bandinio masė, g | Drėgnis $W_2, \%$ |
| 1 | 20 | 2,00 | 1,44 | 38,89 | - | - | - |
| 2 | 25 | 2,58 | 1,9 | 35,79 | - | - | - |
| 3 | 29 | 2,49 | 1,86 | 33,87 | - | - | - |
| 4 | 35 | 1,87 | 1,41 | 32,62 | - | - | - |
| 5 | 25 | - | - | - | 15,56 | 12,75 | 22,04 |
| Plastiškumo skaičius $P = SR - PR$ | | | | 13 | Grupė | Ribotai plastiški | |



2.2.3.7 pav. Nikiforovo molio masės absoliutinio drėgnio W_1 ir smūgių skaičiaus tarpusavio priklausomybė

Pagal gautus rezultatus matyti, jog Girininkų telkinio molis (žr. 2.2.3.7 lentelė ir žr. 2.2.3.6 pav.) yra priskiriamas vidutiniškai plastiškų molių grupei, o Nikiforovo (žr. 2.2.3.8 lentelė ir žr. 2.2.3.7 pav.) – ribotai plastiškų molių grupei. Tikėtina jog sumaišius šiuos du molius, pirmasis jų užtikrins geras formavimo savybes, o antrasis pagerins čerpių džiuvimo procesą bei sumažins defektų atsiradimo galimybes. Mišinys bus ne toks plastiškas – čerpės džiūdamos mažiau trauksis ir jo nereiks papildomai liesinti smėliu ar kitais liesikliais.

Kritinis drėgnis

Džiovinant iš molio suformuotą pusgaminį, jo tūris mažėja suartėjant kietosioms dalelėms. Dalelės suartėja dėl to, kad išgaruoja tarp jų esančios vandens plėvelės, taip pat iš smegtito grupės mineralų tarpsluoksnių pasišalina vanduo. Vykstant tūriniam pokyčiams, pusgaminyje susidaro mechaniniai įtempiai, kurie gali sukelti plyšių susidarymą. Džiovinimo pradžioje susitraukimas yra tiesiogiai proporcingas išgarintos drėgmės kiekiui. Vėliau dalelės pradeda susiliesti viena su kita, todėl susitraukimas pradeda atsilikti priklausomai nuo vandens kiekio mažėjimo. Galiausiai pasiekama tokia būseną, kai visos kietosios dalelės liečiasi su kitomis, todėl pusgaminis daugiau trauktis nebegali. Toliau džiovinant, vanduo šalinasi tik iš smulkių kapiliarų ir porų, kurių negali užpildyti kieta medžiaga. Šią būseną atitinkantis vandens kiekis,

procentais, yra vadinamas kritiniu drėgniu. Jis parodo, kokiam drėgmės kiekiui išgaravus, molis ar formavimo masė nustoja trauktis, nebelieka plyšių susidarymo pavojaus, todėl ją toliau galima greitai džiovinti [8].

Molių kritinis drėgnis nustatytas 1,5 °C/min greičiu didinant temperatūrą džiovykloje, kurioje yra įtvirtintas tiriamasis bandinys. Pasiėkus 100 °C temperatūrą, ji toliau nebedidinama ir išlaikoma pastovi tol, kol bandinys nustoja trauktis.

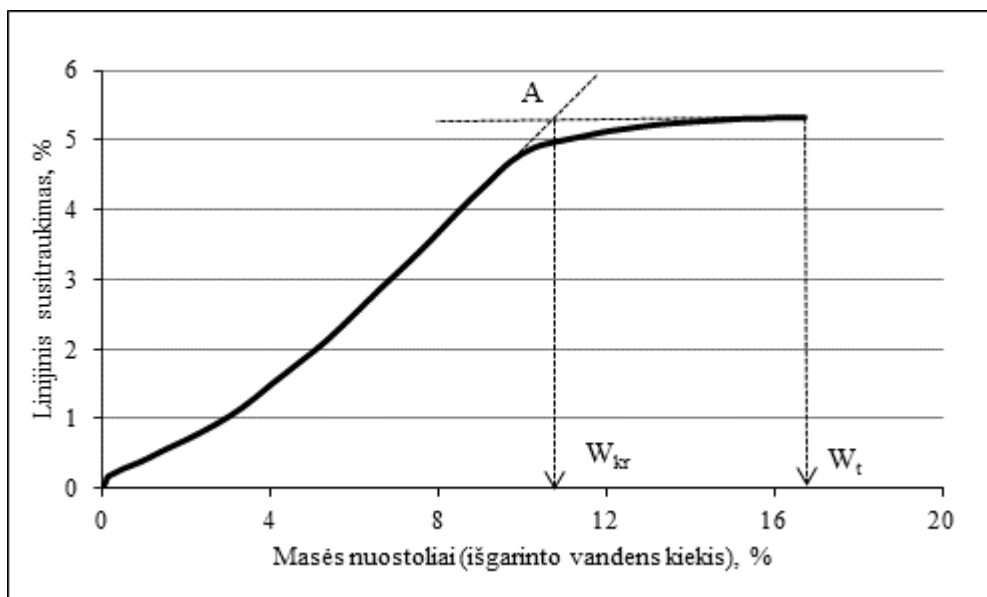
Gauti rezultatai pateikti 2.2.3.9 ir 2.2.3.10 lentelėse.

2.2.3.9 lentelė. Girininkų karjero molio kritinis drėgnis

| Trukmė, min | Temperatūra, °C | Bandinio masė, g | Masės nuostoliai | | Susitraukimas S | |
|-------------|-----------------|------------------|------------------|-------|-----------------|------|
| | | | Δm, g | W, % | Mm | % |
| 0 | 26 | 50,39 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 36 | 50,33 | 0,06 | 0,12 | 0,08 | 0,15 |
| 20 | 51 | 50,27 | 0,12 | 0,24 | 0,11 | 0,20 |
| 30 | 65 | 50,12 | 0,27 | 0,54 | 0,16 | 0,29 |
| 40 | 80 | 49,83 | 0,56 | 1,11 | 0,24 | 0,44 |
| 50 | 94 | 49,36 | 1,03 | 2,04 | 0,39 | 0,71 |
| 60 | 100 | 48,7 | 1,69 | 3,35 | 0,64 | 1,16 |
| 70 | 100 | 48,01 | 2,38 | 4,72 | 1 | 1,82 |
| 80 | 100 | 47,34 | 3,05 | 6,05 | 1,39 | 2,53 |
| 90 | 100 | 46,72 | 3,67 | 7,28 | 1,78 | 3,24 |
| 100 | 100 | 46,08 | 4,31 | 8,55 | 2,21 | 4,02 |
| 110 | 100 | 45,49 | 4,90 | 9,72 | 2,58 | 4,69 |
| 120 | 100 | 44,93 | 5,46 | 10,84 | 2,74 | 4,98 |
| 130 | 100 | 44,33 | 6,06 | 12,03 | 2,82 | 5,13 |
| 140 | 100 | 43,9 | 6,49 | 12,88 | 2,86 | 5,20 |
| 150 | 100 | 43,41 | 6,98 | 13,85 | 2,89 | 5,25 |
| 160 | 100 | 42,95 | 7,44 | 14,76 | 2,91 | 5,29 |
| 170 | 100 | 42,5 | 7,89 | 15,66 | 2,92 | 5,31 |
| 180 | 100 | 42,12 | 8,27 | 16,41 | 2,93 | 5,33 |

Remiantis gautais duomenimis apskaičiuotas bandinio formavimo drėgnis $W_f = 22,33$ %.

Tai pat nubrėžta $S = f(W)$ kreivė, bei apskaičiuotas molio jautrumas džiovinimui $K_j = 0,486$.

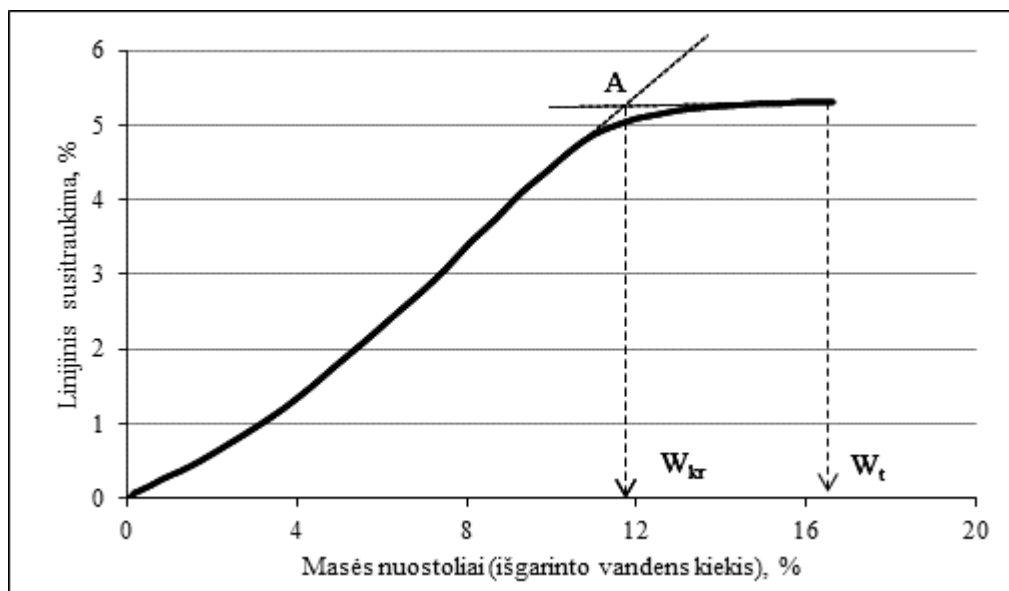


2.2.3.8 pav. Girininkų karjero molio kritinis drėgnis

2.2.3.10 lentelė. Nikiforovo karjero molio kritinis drėgnis

| Trukmė, min | Temperatūra, °C | Bandinio masė, g | Masės nuostoliai | | Susitraukimas S | |
|-------------|-----------------|------------------|------------------|-------|-----------------|------|
| | | | Δm , g | W, % | Mm | % |
| 0 | 32 | 50,69 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 40 | 50,64 | 0,05 | 0,10 | 0,02 | 0,04 |
| 20 | 55 | 50,57 | 0,12 | 0,24 | 0,05 | 0,09 |
| 30 | 69 | 50,4 | 0,29 | 0,57 | 0,10 | 0,18 |
| 40 | 85 | 50,06 | 0,63 | 1,24 | 0,20 | 0,36 |
| 50 | 99 | 49,51 | 1,18 | 2,33 | 0,39 | 0,71 |
| 60 | 101 | 48,83 | 1,86 | 3,67 | 0,66 | 1,20 |
| 70 | 101 | 48,18 | 2,51 | 4,95 | 0,99 | 1,80 |
| 80 | 100 | 47,52 | 3,17 | 6,25 | 1,34 | 2,44 |
| 90 | 100 | 46,89 | 3,80 | 7,50 | 1,69 | 3,07 |
| 100 | 100 | 46,29 | 4,40 | 8,68 | 2,06 | 3,75 |
| 110 | 100 | 45,70 | 4,99 | 9,84 | 2,40 | 4,36 |
| 120 | 100 | 45,12 | 5,57 | 10,99 | 2,68 | 4,87 |
| 130 | 100 | 44,6 | 6,09 | 12,01 | 2,80 | 5,09 |
| 140 | 100 | 44,1 | 6,59 | 13,00 | 2,86 | 5,20 |
| 150 | 100 | 43,6 | 7,09 | 13,99 | 2,89 | 5,25 |
| 160 | 100 | 43,11 | 7,58 | 14,95 | 2,91 | 5,29 |
| 170 | 100 | 42,68 | 8,01 | 15,80 | 2,92 | 5,31 |
| 180 | 100 | 42,26 | 8,43 | 16,63 | 2,92 | 5,31 |

Bandinio formavimo drėgnis $W_f = 22,33\%$, molio jautrumas džiovimui $K_j = 0,490$.



2.2.3.9 pav. Nikiforovo karjero molio kritinis drėgnis

Iš kreivių matyti, kad Girininkų molis (žr. 2.2.3.8 pav.) baigia trauktis, kai vandens kiekis jame sumažėja 10,3 %, o Nikiforovo (žr. 2.2.3.9 pav.) – iki 11 %. Taigi, kol iš šių molių pašalinama ~50 % pradinio vandens kiekio, juos reikia džiovinti švelniu režimu. Paskui džiovinimo greitį (šilumos nešėjo temperatūrą ir jo judėjimo greitį) galima gerokai padidinti.

Taigi, tiriamus molius pagal jautrumą džiovinant galime priskirti vidutinio jautrumo moliams, nes abiejų jų jautrumo džiovinimui koeficientas ~0,5.

Susitraukimas džiūstant ir degant

Susitraukimas džiūstant parodo, kiek sumažėja iš to molio suformuotų gaminių tiesiniai matmenys (tiesinis susitraukimas) arba tūris (tūrinis susitraukimas). Molis džiūdamas traukiasi, nes išgaruoja tarp atskirų jo grūdelių įsiterpęs vanduo. Kaitinamas molis traukiasi sukepant keraminei šukei. Dažnai nustatomas bendras molio susitraukimas. Jis parodo, kiek didesnius reikia formuoti pusgaminius, kad išdegti gaminiai būtų reikiamų matmenų [8].

Gauti duomenys pateikiami 2.2.3.11 bei 2.2.3.12 lentelėse.

2.2.3.11 lentelė. Girininkų karjero molio susitraukimas džiūstant ir degant

| Rodikliai | Bandinio nr. | | | Vidurkis |
|--|--------------|-------|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Atstumas tarp įspaudų sausame bandinyje, mm | 45,30 | 45,20 | 45,60 | 45,37 |
| Susitraukimas džiūstant, mm | 4,70 | 4,80 | 4,40 | 4,63 |
| % | 9,40 | 9,60 | 8,80 | 9,27 |
| Bandiniai degti 30 min, 1000 °C temperatūroje. | | | | |
| Atstumas tarp įspaudų degtame bandinyje, mm | 45,00 | 44,95 | 45,25 | 45,07 |
| Susitraukimas degant, mm | 0,30 | 0,25 | 0,35 | 0,30 |
| % | 0,66 | 0,55 | 0,77 | 0,66 |
| Bendras susitraukimas, mm | 5,00 | 5,05 | 4,75 | 4,93 |
| % | 10,00 | 10,10 | 9,50 | 9,87 |

2.2.3.12 lentelė. Nikiforovo karjero molio susitraukimas džiūstant ir degant

| Rodikliai | Bandinio nr. | | | Vidurkis |
|--|--------------|-------|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Atstumas tarp įspaudų sausame bandinyje, mm | 45,90 | 45,50 | 45,70 | 45,70 |
| Susitraukimas džiūstant, mm | 4,10 | 4,50 | 4,30 | 4,30 |
| % | 8,20 | 9,00 | 8,60 | 8,60 |
| Bandiniai degti 30 min, 1000 °C temperatūroje. | | | | |
| Atstumas tarp įspaudų degtame bandinyje, mm | 45,30 | 45,20 | 45,70 | 45,40 |
| Susitraukimas degant, mm | 4,70 | 4,80 | 4,30 | 4,60 |
| % | 0,60 | 0,30 | 0 | 0,30 |
| Bendras susitraukimas, mm | 4,70 | 4,80 | 4,30 | 4,60 |
| % | 9,40 | 9,60 | 8,60 | 9,20 |

Susitraukimas džiūstant priklauso nuo molio plastiškumo. Labai plastiškas molis džiūdamas susitraukia 10–15 %, vidutinio plastiškumo – 6–10 %, mažo plastiškumo – 4–6 %.

Iš gautų duomenų matome, jog tiek Girininkų, tiek Nikiforovo telkinių molių susitraukimas džiūstant ne didesnis kaip 10 %, o susitraukimas degant – <1 %. Bendras šių molių susitraukimas – Girininkų: ~10 %, Nikiforovo ~9 %. Susitraukimas yra pakankamai didelis, todėl į šį rodiklį reikia atsižvelgti parenkant džiovinimo režimą ir gaminius džiovinti ant jų formą atitinkančių padėklų, kad nesideformuotų.

Sukepimas

Molio sukepimas – tai jo savybė degant sutankėti ir virsti akmens kietumo kūnu. Sukepimo temperatūra parodo, kokioje temperatūroje degtos keraminės šukės vandens įmirkis yra mažesnis, nei nurodyta to gaminio standartuose. Sukepusios statybinės keramikos šukės vandens įmirkis yra <5 %. Keraminė šukė sukepa, kai joje atsiranda lydalo. Sukepimo temperatūroje gaminyje traukiasi, bet nepraranda savo formos [8].

Bandiniai buvo išdegti elektrinėje laboratorinėje krosnyje 1000, 1050, 1100, 1125, 1150 ir 1175 °C temperatūroje, kiekvienoje išlaikant po 30 min. Pasibaigus terminiam apdorojimui reikiamoje temperatūroje, trys bandiniai buvo išimti iš degimo kameros ir perkelti į kitą iki 800 °C temperatūros įkaitintą krosnį (vėsinant kambario aplinkos temperatūroje, bandiniai gali sutrūkti). Pirmoje krosnyje per 5 min temperatūra padidinama (iki kitos nustatytos temperatūros) ir bandymas kartojamas.

Atvėšę iki patalpos temperatūros bandiniai pasveriami 0,01 g tikslumu ir užmerkiami vandens vonioje dviem paroms. Po to išimami iš vandens, apšluostomi drėgnu audeklu ir sveriami. Bandymo rezultatai pateikti 2.2.3.13-oje ir 2.2.3.14-oje lentelėse.

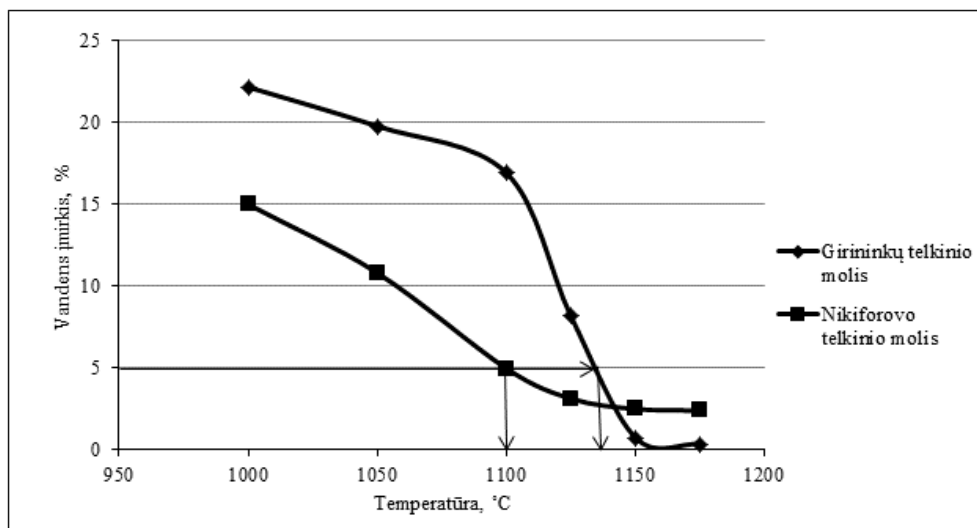
2.2.3.13 lentelė. Girininkų karjero molio sukepinimas

| Bandinių savybės, esant jų degimo temperatūroms, °C | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Rodikliai | 1000 | 1050 | 1100 | 1125 | 1150 | 1175 |
| Sauso bandinio masė, g | | | | | | |
| 1 | 16,57 | 17,68 | 17,92 | 17,78 | 14,48 | 17,52 |
| 2 | 16,61 | 17,96 | 17,24 | 18,83 | 17,8 | 18,57 |
| 3 | 17,24 | 15,99 | 18,15 | 15,44 | 19,14 | 16,93 |
| Vidurkis | 16,81 | 17,21 | 17,77 | 17,35 | 17,14 | 17,67 |
| Mirkyto bandinio masė, g | | | | | | |
| 1 | 20,33 | 21,22 | 20,91 | 19,27 | 14,79 | 17,63 |
| 2 | 20,34 | 21,32 | 20,37 | 20,33 | 17,79 | 18,62 |
| 3 | 20,91 | 19,29 | 21,04 | 16,69 | 19,22 | 16,95 |
| Vidurkis | 20,53 | 20,61 | 20,77 | 18,76 | 17,27 | 17,73 |
| Vandens įmirkis, % | 22,13 | 19,76 | 16,90 | 8,15 | 0,74 | 0,34 |

2.2.3.14 lentelė. Nikiforovo karjero molio sukepinimas

| Bandinių savybės, esant jų degimo temperatūroms, °C | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Rodikliai | 1000 | 1050 | 1100 | 1125 | 1150 | 1175 |
| Sauso bandinio masė, g | | | | | | |
| 1 | 19,42 | 19,27 | 20,62 | 19,02 | 19,94 | 19,75 |
| 2 | 18,22 | 18,17 | 17,88 | 13,02 | 18,38 | 19,11 |
| 3 | 18,77 | 19,99 | 20,4 | 18,61 | 19,93 | - |
| Vidurkis | 18,80 | 19,14 | 19,63 | 16,88 | 19,42 | 19,43 |
| Mirkyto bandinio masė, g | | | | | | |
| 1 | 22,30 | 21,16 | 21,6 | 19,55 | 20,45 | 20,23 |
| 2 | 20,92 | 20,08 | 18,85 | 13,43 | 18,85 | 19,56 |
| 3 | 21,64 | 22,39 | 21,37 | 19,25 | 20,4 | - |
| Vidurkis | 21,62 | 21,21 | 20,61 | 17,41 | 19,90 | 19,90 |
| Vandens įmirkis, % | 14,98 | 10,80 | 4,96 | 3,12 | 2,49 | 2,39 |

Iš apskaičiuotų duomenų nubrėžtos bandinių vandens įmirkio priklausomybės nuo jų degimo temperatūros kreivės $W_i = f(t)$ (žr. 2.2.3.10 pav.).



2.2.3.10 pav. Girininkų ir Nikiforovo moliių bandinių vandens įmirkio priklausomybės nuo jų degimo temperatūros kreivės

Iš gautų rezultatų (žr. 2.3.3.10 pav.) matyti, jog Girininkų molio vandens įmirkis, jį išdegus 1000 °C temperatūroje yra labai didelis, didesnis kaip 22 %. Didinant degimo temperatūrą iki 1100 °C, jis palaipsniui (~3 % kas 50 °C) mažėja ir yra ~17 %. Temperatūrą padidinus dar

25 °C, bandinyje jau susidaro didelis skystosios fazės kiekis, nes vandens įmirkis sumažėja ~2 kartus. Girininkų molio bandinio vandens įmirkis sumažėja iki 5 % 1140 °C temperatūroje. 1150 °C temperatūroje bandinyje atvirų porų praktiškai nelieta, nes vandens įmirkis ne didesnis kaip 1 %. Iš kreivės matyti, kad didesnėje nei 1160 °C temperatūroje, vandens įmirkis pradeda didėti, t.y. bandinys pradeda pūstis, didėja jo poringumas, jis pradeda deformuotis. Taigi Girininkų molio sukepimo intervalas yra labai siauras, tik ~25 °C. Iš tokio molio gaminti mažo vandens įmirkio gaminius yra labai sunku – arba keraminė šukė dar bus nesukepusi, arba pradės deformuotis.

Nikiforovo molio vandens įmirkis gerokai mažesnis. 1000 °C temperatūroje jis ne didesnis kaip 15 %, o išdegus 1100 °C temperatūroje sumažėja ~3 kartus. Didinant temperatūrą kas 25 °C vandens įmirkis palaipsniui mažėja. 1175 °C temperatūroje Nikiforovo molio bandinio vandens įmirkis yra 2,39 % ir jis vis dar nesideformuoja, t.y. nepasiekta deformacijos pabaigos temperatūra. Kadangi aukštesnėje temperatūroje bandiniai nebuvo degti, galima daryti išvadą, kad Nikiforovo molio sukepimo intervalas yra >75 °C.

Remiantis grafiku galima nustatyti molių sukepimo temperatūras: Girininkų telkinio molio sukepimo temperatūra ~1135 °C, Nikiforovo – ~1100 °C. Galima daryti prielaidą, jog sumaišius šiuos du molius, jų mišinys tiks mažo vandens įmirkio čerpėms gaminti.

Mišinių paruošimas

Norint gauti geros kokybės čerpes pasirinktas Girininkų ir Nikiforovo karjerų molių mišinys. Norint sužinoti kokia mišinio sudėtis geriausiai tinka čerpių gamybai, buvo sumaišyti keturi skirtingos sudėties mišiniai.

Bendra mišinio masė 1 kg. Mišinių sudėtys pateiktos 2.2.3.15-oje lentelėje.

2.2.3.15 lentelė. Mišinių sudėtys

| Rodiklis | Nikiforovo karjero molio kiekis mišinyje, g | Girininkų karjero molio kiekis mišinyje, g |
|--------------|---|--|
| Mišinys Nr.1 | 500 | 500 |
| Mišinys Nr.2 | 400 | 600 |
| Mišinys Nr.3 | 300 | 700 |
| Mišinys Nr.4 | 200 | 800 |

Ruošiant bandinius, pasverti reikiami molio kiekiai buvo supilti į sandarius plastmasinius indus, į juos pridėta po 6–7 porcelianinius malimo kūnus (maišymo kokybei užtikrinti). Mišiniai induose maišyti 30 aps/min greičiu ant besisukančių volų 0,5 val. Po to mišiniai buvo užmaišyti vandeniui bei iš jų suformuoti bandiniai: 60×30×10 mm dydžio plokštelės. Jos parą laiko buvo išlaikytos kambario temperatūroje, po to 24 val. džiovintos 105–110 °C temperatūroje.

Bandiniai degti laboratorinėje krosnyje. Remiantis molių tyrimo rezultatais, pasirinkta: degimo temperatūra – 1050 ir 1100 °C; išlaikymo trukmė – 30 min. Išdegti bandiniai iki kambario temperatūros atvėsinti natūraliai auštant krosniai. Rezultatai pateikti 2.2.3.16 lentelėje.

2.2.3.16 lentelė. Molio mišinių sukepimas

| Bandinių savybės, esant jų degimo temperatūrai, °C | | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Rodikliai | 1050 | | | | 1100 | | | |
| | Mišinys Nr.1 | Mišinys Nr.2 | Mišinys Nr.3 | Mišinys Nr.4 | Mišinys Nr.1 | Mišinys Nr.2 | Mišinys Nr.3 | Mišinys Nr.4 |
| Sauso bandinio masė, g | | | | | | | | |
| 1 | 17,47 | 19,1 | 16,91 | 16,12 | 17,54 | 16,23 | 15,98 | 15,56 |
| 2 | 18,05 | 16,01 | 16,92 | 15,88 | 17,25 | 15,91 | 16,76 | 15,43 |
| 3 | 17,51 | 15,88 | 17,13 | 17,53 | 17,76 | 16,6 | 16,43 | 16,31 |
| Vidurkis | 17,68 | 17,00 | 16,99 | 16,51 | 17,52 | 16,25 | 16,39 | 15,77 |
| Mirkyto bandinio masė, g | | | | | | | | |
| 1 | 20,2 | 22,4 | 19,81 | 19,44 | 19,32 | 17,75 | 17,53 | 18,51 |
| 2 | 20,84 | 18,72 | 19,82 | 18,91 | 19,05 | 17,66 | 18,66 | 17,94 |
| 3 | 20,51 | 18,51 | 20 | 21,03 | 19,49 | 18,24 | 18,14 | 19,1 |
| Vidurkis | 20,52 | 19,88 | 19,88 | 19,79 | 19,29 | 17,88 | 18,11 | 18,52 |
| Vandens įmirkis, % | 16,07 | 16,94 | 17,01 | 19,89 | 10,10 | 10,07 | 10,49 | 17,44 |

Kaip matyti, 1050 °C degimo temperatūra yra per žema, nes visų bandinių vandens įmirkis yra ~17 %. Degant 1100 °C temperatūroje, gauti artimi rezultatai (vandens įmirkis – ~10 %), kai Nikiforovo molio formavimo mišinyje buvo 30–50 %. Atsižvelgiant į tai, kad Girininkų molis yra vietinis ir pigesnis, nuspręsta keramines čerpes gaminti iš mišinio, kurio sudėtyje būtų 70 % Girininkų molio ir 30 % Nikiforovo molio. Nustatytos šios jo savybės:

- sukepimas – bandinių degimo temperatūra 1100 °C. Išlaikymo trukmės 0,5; 1; 2; 3 val.;
- susitraukimas džiūstant;
- susitraukimas degant – nustatytas visose išlaikymo trukmėse;
- kritinis drėgnis.

Sukepimas

2.2.3.17 lentelė. Mišinio Nr.3 sukepimas

| Bandinių savybės, esant 1100 °C degimo temperatūrai | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|
| Rodikliai | 0,5 h | 1 h | 2 h | 3 h |
| Sauso bandinio masė, g | | | | |
| 1 | 15,91 | 15,3 | 16,14 | 17,38 |
| 2 | 16,6 | 16,42 | 17,17 | 14,34 |
| 3 | 16,16 | 15,12 | 17,01 | 16,76 |
| Vidurkis | 16,22 | 15,61 | 16,77 | 16,16 |
| Mirkyto bandinio masė, g | | | | |
| 1 | 18,26 | 16,97 | 17,37 | 18,27 |
| 2 | 19,06 | 18,19 | 18,42 | 15,21 |
| 3 | 18,56 | 17,18 | 18,31 | 17,73 |
| Vidurkis | 18,63 | 17,45 | 18,03 | 17,07 |
| Vandens įmirkis, % | 14,81 | 11,74 | 7,51 | 5,63 |

Geros kokybės, ilgaamžių keraminių čerpių vandens įmirkis dažniausiai būna 9–11 %. Taigi, iš šio mišinio pagamintos čerpės aukščiausioje degimo temperatūroje (1100 °C) turės būti išlaikomos ~1,5 valandos. Tiksliai degimo trukmė nustatoma tiksliai realiomis gamybinėmis sąlygomis, pradėjus eksploatuoti produkcijos degimo krosnį.

Susitraukimas džiustant ir degant

Bendras susitraukimas džiustant: 46,46 mm; 7,08 %.

2.2.3.18 lentelė. Mišinio Nr.3 susitraukimas degant (Bandiniai degti 1100 °C temperatūroje)

| Rodikliai | 0,5 h | 1 h | 2 h | 3 h |
|---|-------|-------|-------|-------|
| Atstumas tarp įspaudų degtame bandinyje, mm | 46,45 | 46,05 | 45,77 | 45,43 |
| Susitraukimas degant, mm | 1,01 | 0,41 | 0,69 | 1,03 |
| % | 0,02 | 0,88 | 1,49 | 2,22 |
| Bendras susitraukimas, mm | 3,55 | 3,95 | 4,23 | 4,57 |
| % | 7,10 | 7,90 | 8,46 | 9,14 |

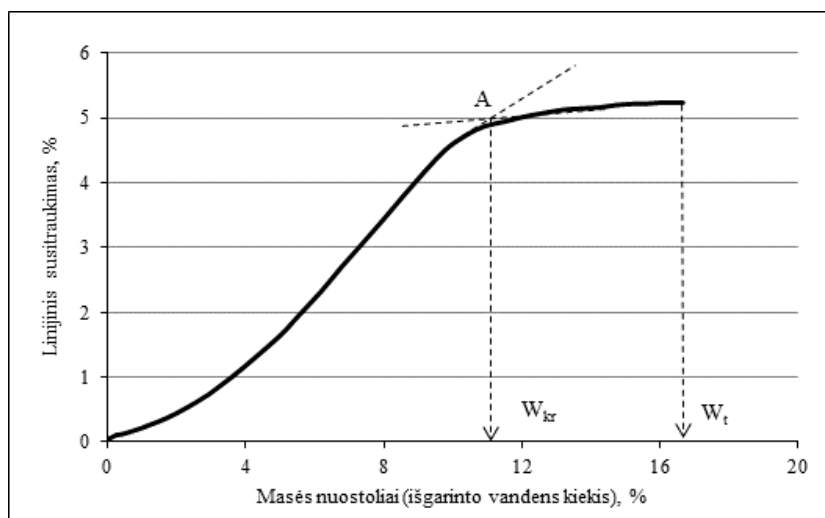
Kuo ilgiau bandiniai išlaikomi degimo temperatūroje, tuo daugiau jie traukiasi. Kuo didesnis susitraukimas, tuo sunkiau pagaminti tikslių matmenų, taisyklingos geometrinės formos gaminius. Norint išvengti gamybinių defektų, čerpes reikia džiovinti joms skirtose formose, kad neprarastų savo pirminės formos, neatsirastų plyšių, nesideformuotų. Pirmiausia čerpes reikia džiovinti švelniu režimu, temperatūrą keliant lėtai, o kai jos nebesitraukia džiovavimo procesą galima gerokai suintensyvinti.

Kritinis drėgnis

2.2.3.19 lentelė. Mišinio Nr.3 kritinis drėgnis

| Trukmė, min | Temperatūra, °C | Bandinio masė, g | Masės nuostoliai | | Susitraukimas S | |
|-------------|-----------------|------------------|------------------|-------|-----------------|------|
| | | | Δm, g | W, % | mm | % |
| 0 | 24 | 52,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 10 | 36 | 52,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,02 |
| 20 | 50 | 51,99 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,05 |
| 30 | 65 | 51,88 | 0,13 | 0,25 | 0,06 | 0,11 |
| 40 | 81 | 51,55 | 0,46 | 0,88 | 0,11 | 0,20 |
| 50 | 94 | 51,14 | 0,87 | 1,67 | 0,20 | 0,36 |
| 60 | 101 | 50,48 | 1,53 | 2,94 | 0,41 | 0,74 |
| 70 | 101 | 49,81 | 2,20 | 4,23 | 0,71 | 1,29 |
| 80 | 101 | 49,13 | 2,88 | 5,54 | 1,08 | 1,96 |
| 90 | 101 | 48,49 | 3,52 | 6,77 | 1,49 | 2,70 |
| 100 | 100 | 47,85 | 4,16 | 8,00 | 1,90 | 3,44 |
| 110 | 100 | 47,24 | 4,77 | 9,17 | 2,30 | 4,17 |
| 120 | 100 | 46,62 | 5,39 | 10,36 | 2,61 | 4,73 |
| 130 | 100 | 46,02 | 5,99 | 11,52 | 2,73 | 4,95 |
| 140 | 100 | 45,46 | 6,55 | 12,59 | 2,80 | 5,07 |
| 150 | 100 | 44,89 | 7,12 | 13,69 | 2,84 | 5,14 |
| 160 | 100 | 44,35 | 7,66 | 14,73 | 2,87 | 5,20 |
| 170 | 94 | 43,92 | 8,09 | 15,55 | 2,88 | 5,22 |
| 180 | 96 | 43,52 | 8,49 | 16,32 | 2,89 | 5,24 |

Bandinio formavimo drėgnis $W_f = 22,17\%$, molio jautrumas džiovinimui $K_j = .0,487$.



2.2.3.11 pav. Mišinio Nr.3 kritinis drėgnis

Iš grafiko (žr. 2.2.3.11 pav.) matyti, jog Girininkų ir Nikiforovo molio mišinys baigia trauktis, kai vandens kiekis jame sumažėja iki 10,8 %. Pagal jautrumą džiovinimui šis mišinys priskiriamas vidutinio jautrumo moliams, kadangi jo jautrumo džiovinimui koeficientas $\sim 0,5$.

Išvados

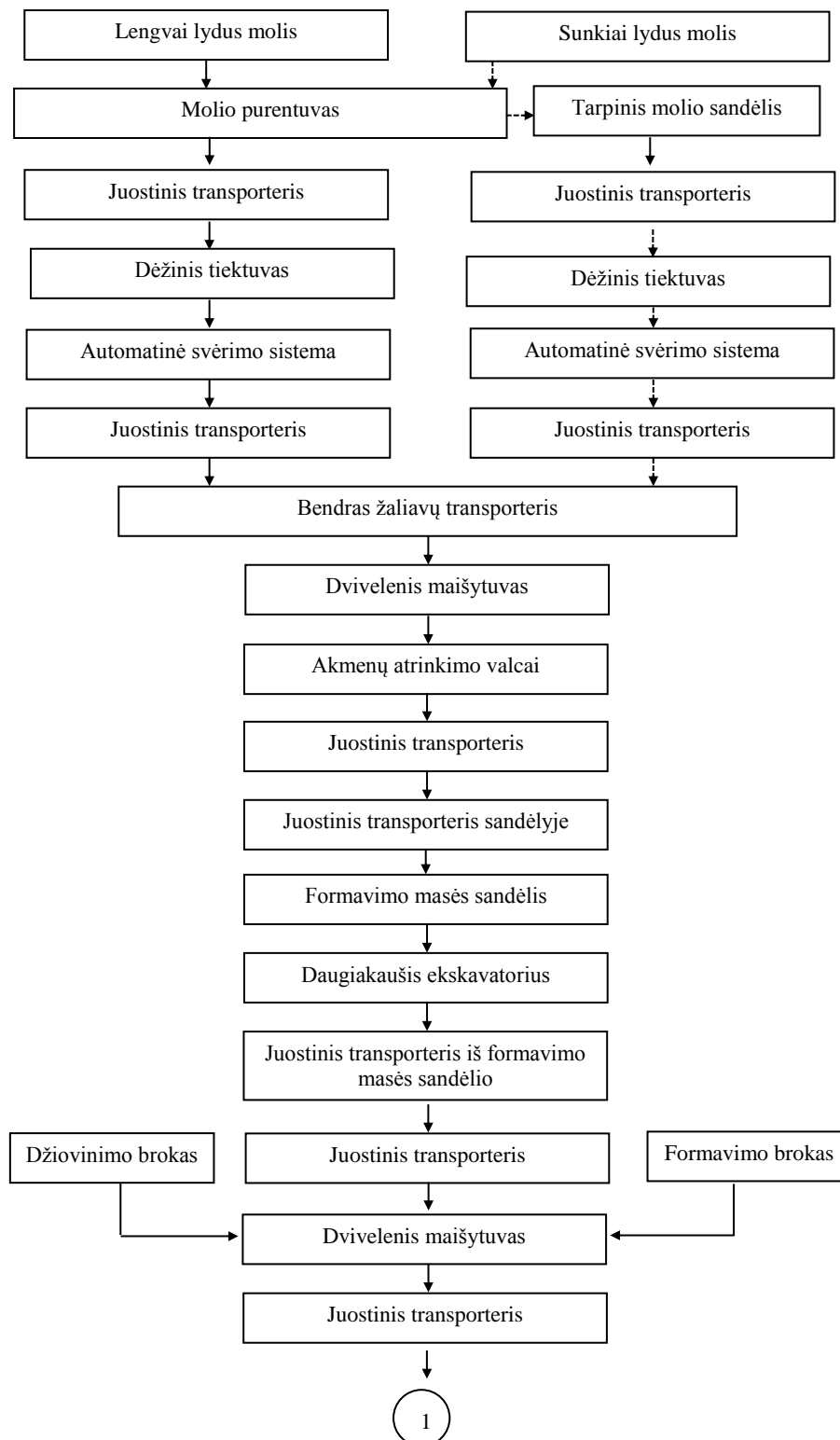
Geros kokybės, ilgaamžės keraminės čerpės bus pagamintos ir jų rodikliai atitiks Lietuvos bei ES standartų keliamus reikalavimus, jei bus laikomasi šių technologinių reikalavimų:

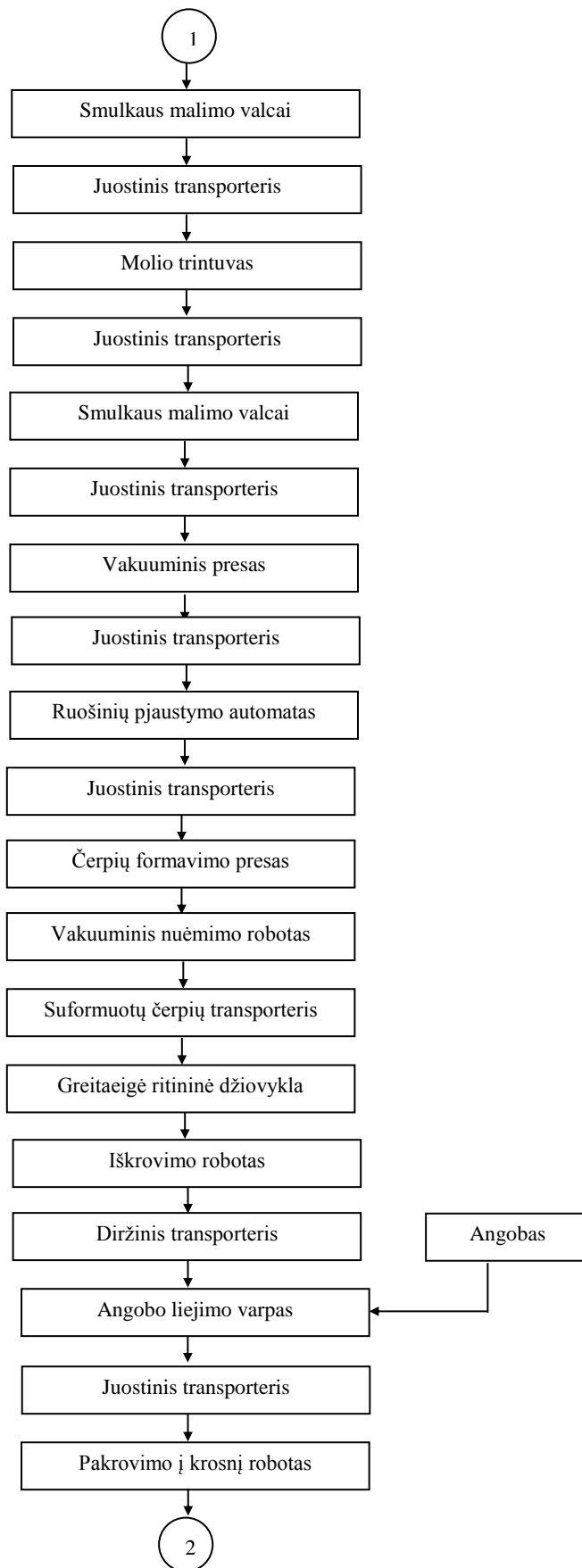
- formavimo mišinio sudėtis – 30 % Nikiforovo telkinio ir 70 % Girininkų telkinio molio;
- formavimo mišinio drėgnis – 20 %;
- pusgaminius iki 11 % liekamojo drėgnio reikia džiovinti švelniu režimu;
- degimo temperatūra – 1100 °C, išlaikymo joje trukmė – $\sim 1,5$ valandos.

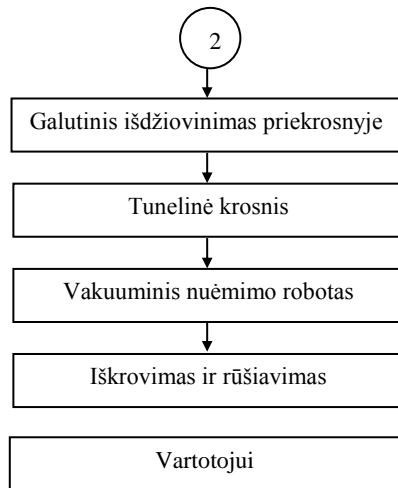
Šie rodikliai pasirinkti projektavimui.

3. ŠTAMPUOTŲ UŽKAITINIO DENGIMO KERAMINIŲ ČERPIŲ GAMYBOS TECHNOLOGINĖ SCHEMA

Nuspręsta molius atskirai sandėliuoti sandėlyje, nes žaliavų kiekiai, palyginti su įrenginių našumais, yra nedideli ir galima tam tikrą laiką linijoje ruošti vieną molį, tam tikrą laiką – kitą, t.y. pakanka vienos molio masės paruošimo linijos.







4. ŽALIAVŲ SAŃAUDŲ IR TECHNOLOGINIŲ ĮRENGIMŲ SKAIČIAVIMAI

4.1. Medžiagų ir žaliavų skaičiavimas

Projektuojama štampuotų užkaitinio dengimo keraminių čerpių, kurių vardiniai matmenys (430×260×50) gamyba (žr. 4.1 pav.), kurios metinė apimtis 5 mln. vienetų. Gamybos apimtis, formavimo masės sudėtis ir gamybos nuostoliai pateikti 4.1.1 lentelėje, o projektuojamos įmonės darbo režimas nurodytas 4.1.2 lentelėje [9].

4.1.1 lentelė. Duomenys skaičiavimams

| | |
|---|-----|
| Gamybos programa, mln. vnt./metus | 5 |
| Formavimo masės sudėtis, masės % Girininkų molis | 66 |
| Nikiforovo molis | 28 |
| Džiovinimo niekalas | 6 |
| Gaminių susitraukimas, % Džiūstant | 7 |
| Degant | 1,5 |
| Gamybos nuostoliai, % formavimo niekalas | 4 |
| džiovinimo niekalas | 6 |
| degimo niekalas | 5 |

4.1.2 lentelė. Įmonės darbo režimas

| Skyrius | Darbo trukmė per metus, paromis | Pamainų skaičius per parą, vnt. | Pamainos trukmė, h |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------|
| Žaliavų paruošimo | 235 | 1 | 8 |
| Gaminių formavimo | 329 | 1 | 8 |
| Gaminių džiovinimo | 329 | 3 | 8 |
| Gaminių degimo | 329 | 3 | 8 |



4.1 pav. Užkaitinio dengimo keraminė čerpė

4.1.1. Keraminių čerpių tūrio skaičiavimas

Keraminės čerpės tūris, nustatytas panardinus ją į indą su vandeniu ir išmatavus išstumto vandens kiekį (tūrio pokytis) yra 1640 cm^3 , t.y. $1,64 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

Įvertiname susitraukimą džiūstant ir degant – 8,5 %.

Formuojamos keraminės čerpės vardiniai matmenys:

1. Suformuoto pusgaminio vardinis ilgis, mm:

$$a' = a + a \times l \quad (4.1.1.1)$$

čia a' – suformuoto pusgaminio vardinis ilgis, mm; a – gaminio vardinis ilgis, mm; l – bendras susitraukimas, vnt.d.:

$$a' = 430 + 430 \times 0,085 = 466,55 \text{ mm.}$$

2. Suformuoto pusgaminio vardinis plotis, mm:

$$b' = b + b \times l \quad (4.1.1.2)$$

čia b' – suformuoto pusgaminio vardinis plotis, mm; b – gaminio vardinis plotis, mm; l – bendras susitraukimas, vnt.d.:

$$b' = 260 + 260 \times 0,085 = 282,10 \text{ mm.}$$

3. Suformuoto pusgaminio vardinis aukštis, mm:

$$c' = c + c \times l \quad (4.1.1.3)$$

čia c' – suformuoto pusgaminio vardinis aukštis, mm; c – gaminio vardinis aukštis, mm;

l – bendras susitraukimas, vnt.d.:

$$c' = 50 + 50 \times 0,085 = 50,25 \text{ mm.}$$

4. Pusgaminio tūris, m^3 :

$$V' = V + V \times S_t$$

čia V' – suformuoto pusgaminio tūris, cm^3 ; V – gaminio tūris, cm^3 ; S_t – tūrinis susitraukimas, vnt.d.:

Tūrinis susitraukimas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$S_t = \left[1 - \left(1 - \frac{S_{dž}}{100} \right)^3 \right] \cdot 100 \quad (4.1.1.4)$$

čia S_t – tūrinis susitraukimas, %; $S_{dž}$ – susitraukimas džiūstant, %:

$$S_t = \left[1 - \left(1 - \frac{7}{100} \right)^3 \right] \cdot 100 = 19,56 \%$$

$$V' = 1640 + 1640 \times 0,1956 = 1960,85 \text{ cm}^3 = 1,96 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

4.1.2. Žaliavų sąnaudų 1000-čiui keraminių čerpių pagaminti.

Apskaičiuojame žaliavų sąnaudas, reikalingas 1000-čiui keraminių čerpių pagaminti. Džiovinimo niekalo sudėtis yra ta pati, kaip ir formavimo masės, t.y. 70% Girininkų molio ir 30% Nikiforovo molio. Kadangi visas džiovinimo niekalas (6%) yra susmulkinamas ir grąžinamas į formavimo masės paruošimą, tai jos sudėtis bus 70% Girininkų molio ir 30% Nikiforovo molio. Formavimo niekalas taip pat grąžinamas į masės paruošimo skyrių.

Eksperimentinėje dalyje nustatyta, kad formavimo masės drėgnis yra 22,17 % (33 puslapis, 2.2.3.11 paveikslas). Formuojant vakuumpresais, šis drėgnis gali būti ~2% mažesnis. Priimu, kad čerpės bus formuojamos iš 20,5% drėgnio masės ir išdžiovinamos iki 3% liekamojo drėgnio. Taigi, džiovinimo metu pusgaminio masė sumažės iki 17,5%. Tūrinis susitraukimas – 19,56%. Tada džiovinimo niekalo tankis bus:

$$1830 \cdot \frac{17,5}{19,56} = 1637 \text{ kg/m}^3. \text{ Priimu, kad džiovinimo niekalo tankis bus } 1640 \text{ kg/m}^3.$$

Pradedant gamybą, kai dar nėra džiovinimo niekalo žaliavų sąnaudos bus šiek tiek didesnės.

4.1.2.1 lentelė. Formavimo masės sudėtis

| Žaliava | Tankis, kg/m ³ | Formavimo masės sudėtis, masės % |
|---------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Girininkų molis | 1829 | 66 |
| Nikiforovo molis | 1831 | 28 |
| Džiovinimo niekalas | 1640 | 6 |
| Iš viso | | 100 |

Girininkų molio:

$$V_{tgm} = \frac{V_p \cdot 1000 \cdot \mu}{100} \quad (4.1.2.1)$$

čia V_{tgm} – sutankinto Girininkų molio sąnaudos 1000-čiui čerpių pagaminti, m³; V_p – pusgaminio tūris, m³; μ – molio dalis formavimo masėje, tūrio %:

$$V_{tgm} = \frac{0,001961 \cdot 1000 \cdot 66}{100} = 1,29 \text{ m}^3 ;$$

$$V_{pgm} = V_{tm} \cdot K_{sp} \quad (4.1.2.2)$$

čia V_{pgm} – supurento Girininkų molio sąnaudos 1000-čiui blokelių pagaminti, m³; K_{sp} – molio supurenimo koeficientas ($K_{sp} = 1,27$).

Taigi,

$$V_{pgm} = 1,29 \cdot 1,27 = 1,64 \text{ m}^3 ;$$

$$V_{rgm} = V_{pgm} \cdot K_{tr} \quad (4.1.2.3)$$

čia V_{rgm} – realios molio sąnaudos 1000-čiui čerpių pagaminti, įvertinant transportavimo nuostolius m^3 ; K_{tr} – koeficientas, įvertinantis transportavimo nuostolius ($K_{tr} = 1,006-1,016$):

$$V_{rgm} = 1,64 \cdot 1,01 = 1,66 \text{ m}^3 .$$

Nikiforovo molio:

$$V_{mm} = \frac{V_p \cdot 1000 \cdot \mu}{100} \quad (4.1.2.4)$$

čia V_{mm} – sutankinto Nikiforovo molio sąnaudos 1000-čiui čerpių pagaminti, m^3 ;

V_p – pusgaminio tūris, m^3 ; μ – molio dalis formavimo masėje, tūrio %:

$$V_{mm} = \frac{0,001961 \cdot 1000 \cdot 28}{100} = 0,55 \text{ m}^3 ;$$

$$V_{pmm} = V_{mm} \cdot K_{sp} \quad (4.1.2.5)$$

čia V_{pmm} – supurenimo Nikiforovo molio sąnaudos 1000-čiui blokelių pagaminti, m^3 ; K_{sp} – molio supurenimo koeficientas ($K_{sp} = 1,27$).

Taigi,

$$V_{pmm} = 0,55 \cdot 1,27 = 0,69 \text{ m}^3 ;$$

$$V_{rmm} = V_{pmm} \cdot K_{tr} \quad (4.1.2.6)$$

čia V_{rmm} – realios molio sąnaudos 1000-čiui čerpių pagaminti, įvertinant transportavimo nuostolius m^3 ; K_{tr} – koeficientas, įvertinantis transportavimo nuostolius ($K_{tr} = 1,006-1,016$):

$$V_{rmm} = 0,69 \cdot 1,01 = 0,70 \text{ m}^3 .$$

Džiovinimo niekalo:

$$V_m = \frac{V_b \cdot 1000 \cdot \mu}{100} \quad (4.1.2.7)$$

čia V_m – sutankinto džiovinimo niekalo sąnaudos 1000-čiui čerpių pagaminti, m^3 ;

V_b – pusgaminio tūris, m^3 , μ – molio dalis formavimo masėje, tūrio %:

$$V_m = \frac{0,001961 \cdot 1000 \cdot 6}{100} = 0,12 \text{ m}^3 ;$$

$$V_{pn} = V_m \cdot K_{sp} \quad (4.1.2.8)$$

čia V_{pn} – supureto džiovinimo niekalo sąnaudos 1000-čiui čerpių pagaminti, m^3 ;

K_{sp} – džiovinimo niekalo supurenimo koeficientas ($K_{sp} = 1,12 - 1,17$).

Taigi,

$$V_{pn} = 0,12 \cdot 1,14 = 0,13 \text{ m}^3 ;$$

$$V_m = V_{pn} \cdot K_{tr} \quad (4.1.2.9)$$

čia V_m – realios džiovinimo niekalo sąnaudos 1000-čiui čerpių pagaminti, įvertinant transportavimo nuostolius, m^3 ; K_{tr} – koeficientas, įvertinantis transportavimo nuostolius

($K_{tr} = 1,005-1,015$).

Tada

$$V_m = 0,13 \cdot 1,015 = 0,14 \text{ m}^3 .$$

4.1.2.2 lentelė. Žaliavų sąnaudos 1000-čiui vienetų blokelių pagaminti

| Žaliava | Sąnaudos, m^3 | | |
|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| | Tankios būklės V_t | Purios būklės V_p | Realios būklės V_r |
| Girininkų molis | 1,29 | 1,64 | 1,66 |
| Nikiforovo molis | 0,55 | 0,69 | 0,70 |
| Džiovinimo niekalas | 0,12 | 0,13 | 0,14 |
| Iš viso | 1,96 | 2,46 | 2,50 |

4.1.3 Keraminių čerpių gamybos apimtys skaičiavimas

1. Apskaičiuojama, kiek čerpių reikia degti, įvertinant planinį degimo broką:

$$P_d = P_a + P_a \cdot \eta_d \quad (4.1.3.1)$$

čia P_d – čerpių kiekis, kuris turi būti tiekiamas degti, mln. vnt.; P_a – gamybos apimtis, mln. vnt.;

η_d – degimo nuostoliai, vieneto dalimis.

$$P_d = 5 + 5 \cdot 0,05 = 5,25 \text{ mln. vnt.};$$

2. Apskaičiuojama, kiek čerpių reikia džiovininti, įvertinant planinį džiovinimo broką:

$$P_{dž} = P_d + P_d \cdot \eta_{dž} \quad (4.1.3.2)$$

čia $P_{dž}$ – čerpių kiekis, kuris turi būti tiekiamas džiovinimui, mln. vnt.; P_d – čerpių kiekis, kuris turi būti tiekiamas degti, mln. vnt.; $\eta_{dž}$ – džiovinimo nuostoliai, vieneto dalimis.

Taigi,

$$P_{dž} = 5,25 + 5,25 \cdot 0,06 = 5,57 \text{ mln. vnt.};$$

3. Apskaičiuojama, kiek čerpių reikia formuoti, įvertinant planinį formavimo broką:

$$P_f = P_{dž} + P_{dž} \cdot \eta_f \quad (4.1.3.3)$$

čia P_f – čerpių kiekis, kurį reikia formuoti, mln. vnt.; $P_{dž}$ – čerpių kiekis, kuris turi būti tiekiamas džiovinti, mln. vnt.; η_f – formavimo nuostoliai, vieneto dalimis.

Taigi,

$$P_f = 5,57 + 5,57 \cdot 0,04 = 5,79 \text{ mln. vnt.};$$

4. Apskaičiuojami degimo, džiovinimo, formavimo ir bendrieji nuostoliai per metus, per parą, per pamainą, per valandą:

Degimo nuostoliai:

$$\text{Per metus: } N_{dm} = P_d - P_a = 5,25 - 5 = 0,25 \text{ mln. vnt.} = 250000 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per parą: } N_{dp} = \frac{P_d - P_a}{329} = \frac{250000}{329} = 759,88 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per pamainą: } N_{dpp} = \frac{P_d - P_a}{329 \cdot 3} = \frac{250000}{987} = 253,29 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per valandą: } N_{dv} = \frac{P_d - P_a}{329 \cdot 3 \cdot 8} = \frac{250000}{7896} = 31,66 \text{ vnt.}$$

Džiovinimo nuostoliai:

$$\text{Per metus: } N_{džm} = P_{dž} - P_d = 5,57 - 5,25 = 0,32 \text{ mln. vnt.} = 320000 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per parą: } N_{džp} = \frac{P_{dž} - P_d}{329} = \frac{320000}{329} = 972,64 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per pamainą: } N_{džpp} = \frac{P_{dž} - P_d}{329 \cdot 3} = \frac{315000}{987} = 324,21 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per valandą: } N_{džv} = \frac{P_{dž} - P_d}{329 \cdot 3 \cdot 8} = \frac{315000}{7896} = 40,53 \text{ vnt.}$$

Formavimo nuostoliai:

$$\text{Per metus: } N_{fm} = P_f - P_{dž} = 5,79 - 5,57 = 0,22 \text{ mln. vnt.} = 220000 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per parą: } N_{fp} = \frac{P_f - P_{dž}}{329} = \frac{220000}{329} = 668,69 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per pamainą: } N_{fpp} = \frac{P_f - P_{dž}}{329 \cdot 1} = \frac{220000}{329} = 668,69 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per valandą: } N_{fv} = \frac{P_f - P_{dž}}{329 \cdot 1 \cdot 8} = \frac{220000}{2632} = 83,59 \text{ vnt.}$$

Bendrieji nuostoliai:

$$\text{Per metus: } N_{Bm} = N_{dm} + N_{d\check{z}m} + N_{fm} = 250000 + 320000 + 220000 = 790000 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per parą: } N_{Bp} = N_{dp} + N_{d\check{z}p} + N_{fp} = 759,88 + 972,64 + 668,69 = 2401,22 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per pamainą: } N_{Bpp} = N_{dpp} + N_{d\check{z}pp} + N_{fpp} = 253,29 + 324,21 + 668,69 = 1246,20 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per valandą: } N_{Bv} = N_{dv} + N_{d\check{z}v} + N_{fv} = 31,66 + 40,53 + 83,59 = 155,78 \text{ vnt.}$$

5. Apskaičiuojama, kiek čerpių reikia degti, džiovinti ir suformuoti per metus, per parą, per pamainą, per valandą.

Degti:

$$\text{Per metus: } D_m = P_a + N_{dm} = 5000000 + 250000 = 5250000 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per parą: } D_p = \frac{D_m}{329} = \frac{5250000}{329} = 15957,45 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per pamainą: } D_{pp} = \frac{D_m}{329 \cdot 3} = \frac{5250000}{987} = 5319,15 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per valandą: } D_v = \frac{D_m}{329 \cdot 3 \cdot 8} = \frac{5250000}{7896} = 664,89 \text{ vnt.}$$

Džiovinti:

$$\text{Per metus: } D\check{Z}_m = D_m + N_{d\check{z}m} = 5250000 + 320000 = 5570000 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per parą: } D\check{Z}_p = \frac{D\check{Z}_m}{329} = \frac{5570000}{329} = 16930,09 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per pamainą: } D\check{Z}_{pp} = \frac{D\check{Z}_m}{329 \cdot 3} = \frac{5570000}{987} = 5643,36 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per valandą: } D\check{Z}_v = \frac{D\check{Z}_m}{329 \cdot 3 \cdot 8} = \frac{5570000}{7896} = 705,42 \text{ vnt.}$$

Suformuoti:

$$\text{Per metus: } F_m = D\check{Z}_m + N_{fm} = 5570000 + 220000 = 5790000 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per parą: } F_p = \frac{F_m}{329} = \frac{5790000}{329} = 17598,78 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per pamainą: } F_{pp} = \frac{F_m}{329 \cdot 1} = \frac{5790000}{329} = 17598,78 \text{ vnt.};$$

$$\text{Per valandą: } F_v = \frac{F_m}{329 \cdot 1 \cdot 8} = \frac{5790000}{2632} = 2199,85 \text{ vnt.}$$

4.1.3.1 lentelė. Gamybės apimtys skaičiavimo rezultatai, kai gamybės apimtis – 5 mln. vnt. čerpių per metus

| | Per metus | Per parą | Per pamainą | Per valandą |
|-----------------------|-----------|----------|-------------|-------------|
| Nuostoliai, vnt. | | | | |
| Degimo | 250000 | 759,88 | 253,29 | 31,66 |
| Džiovinimo | 320000 | 972,64 | 324,21 | 40,53 |
| Formavimo | 220000 | 668,69 | 668,69 | 83,59 |
| Bendrieji | 790000 | 2401,22 | 1246,20 | 155,78 |
| Gamybės apimtis, vnt. | | | | |
| Degti | 5250000 | 15957,45 | 5319,15 | 664,89 |
| Džiovininti | 5570000 | 16930,09 | 5643,36 | 705,42 |
| Formuoti | 5790000 | 17598,78 | 17598,78 | 2199,85 |

6. Viena pamaina dirbančio masės paruošimo skyriaus gamybės apimtis (žaliavų sąnaudos).

Girininkų molio:

a) Metams reikalingas Girininkų molio kiekis, m³:

$$V_{gmm} = \frac{V_{rgm} \cdot F_m}{1000} \quad (4.1.3.4)$$

čia V_{gmm} – per metus sunaudojamas molio kiekis, m³; V_{rgm} – realusis molio kiekis, reikalingas 1000-čiui čerpių suformuoti, m³; F_m – per metus suformuotų čerpių kiekis, vnt.

Taigi,

$$V_{gmm} = \frac{1,66 \cdot 5790000}{1000} = 9611,54 \text{ m}^3;$$

b) Parai reikalingas Girininkų molio kiekis, m³:

$$V_{gmp} = \frac{V_{gmm}}{235} = \frac{9611,54}{235} = 40,90 \text{ m}^3;$$

c) Pamainai reikalingas Girininkų molio kiekis, m³:

$$V_{gmp} = \frac{V_{gmm}}{235 \cdot 1} = \frac{9611,54}{235} = 40,90 \text{ m}^3;$$

d) Valandai reikalingas Girininkų molio kiekis, m³:

$$V_{gmv} = \frac{V_{gmm}}{235 \cdot 1 \cdot 8} = \frac{9611,54}{1880} = 5,11 \text{ m}^3.$$

Nikiforovo molio:

a) Metams reikalingas Nikiforovo molio kiekis, m³:

$$V_{mmm} = \frac{V_{rmm} \cdot F_m}{1000} \quad (4.1.3.5)$$

čia V_{mmm} – per metus sunaudojamas molio kiekis, m³; V_{rmm} – realusis molio kiekis, reikalingas 1000-čiui čerpių suformuoti, m³; F_m – per metus suformuotų čerpių kiekis, vnt.

Taigi,

$$V_{mmm} = \frac{0,70 \cdot 5790000}{1000} = 4077,62 \text{ m}^3;$$

b) Parai reikalingas Nikiforovo molio kiekis, m^3 :

$$V_{mmp} = \frac{V_{mmm}}{235} = \frac{4077,62}{235} = 17,35 \text{ m}^3;$$

c) Pamainai reikalingas Nikiforovo molio kiekis, m^3 :

$$V_{mmp} = \frac{V_{mmm}}{235 \cdot 1} = \frac{4077,62}{235} = 17,35 \text{ m}^3;$$

d) Valandai reikalingas Nikiforovo molio kiekis, m^3 :

$$V_{mrv} = \frac{V_{mmm}}{235 \cdot 1 \cdot 8} = \frac{4077,62}{1880} = 2,17 \text{ m}^3.$$

Džiovinimo niekalo:

a) Metams reikalingas džiovinimo niekalo kiekis, m^3 :

$$V_{nm} = \frac{V_m \cdot F_m}{1000} \tag{4.1.3.6}$$

čia V_{nm} – per metus sunaudojamas džiovinimo niekalo kiekis, m^3 ; V_{rs} – realusis džiovinimo niekalo kiekis, reikalingas 1000-čiai čerpių suformuoti, m^3 ; F_m – per metus suformuotų čerpių kiekis, vnt.

Tada,

$$V_{nm} = \frac{0,14 \cdot 5790000}{1000} = 788,22 \text{ m}^3;$$

b) Parai reikalingas džiovinimo niekalo kiekis, m^3 :

$$V_{np} = \frac{V_{nm}}{235} = \frac{788,22}{235} = 3,35 \text{ m}^3;$$

c) Pamainai reikalingas džiovinimo niekalo kiekis, m^3 :

$$V_{npp} = \frac{V_{nm}}{235 \cdot 1} = \frac{788,22}{235} = 3,35 \text{ m}^3;$$

d) Valandai reikalingas džiovinimo niekalo kiekis, m^3 :

$$V_{nv} = \frac{V_{nm}}{235 \cdot 1 \cdot 8} = \frac{788,22}{1880} = 0,42 \text{ m}^3.$$

4.1.3.2 lentelė. Žaliavų sąnaudos, reikalingos numatyta gamybos apimčiai

| Žaliava | Žaliavos sąnaudos, m ³ | | | |
|---------------------|-----------------------------------|----------|-------------|-------------|
| | Per metus | Per parą | Per pamainą | Per valandą |
| Girininkų molis | 9611,54 | 40,90 | 40,90 | 5,11 |
| Nikiforovo molis | 4077,62 | 17,35 | 17,35 | 2,17 |
| Džiovinimo niekalas | 788,22 | 3,35 | 3,35 | 0,42 |
| Iš viso | 14477,38 | 61,60 | 61,60 | 7,70 |

Formavimo niekalas dažniausiai yra gražinamas į gamybą. Taigi žaliavų sąnaudos gamybos apimčiai įvykdyti perskaičiuojamos, atsižvelgiant į formavimo nuostolius (4 %). Tuomet realios žaliavų sąnaudos, reikalingos numatyta gamybos apimčiai, bus tokios:

Girininkų molio:

$$\text{Metams: } V_{rgmm} = V_{gmm} \cdot \left(\frac{100-4}{100} \right) = 9611,54 \cdot 0,96 = 9227,08 \text{ m}^3;$$

$$\text{Parai: } V_{rgmp} = V_{gmp} \cdot 0,96 = 40,90 \cdot 0,96 = 39,26 \text{ m}^3;$$

$$\text{Pamainai: } V_{rgmpp} = V_{gmpp} \cdot 0,96 = 40,90 \cdot 0,96 = 39,26 \text{ m}^3;$$

$$\text{Valandai: } V_{rgmv} = V_{gmv} \cdot 0,96 = 5,11 \cdot 0,96 = 4,91 \text{ m}^3.$$

Nikiforovo molio:

$$\text{Metams: } V_{rnmn} = V_{nmn} \cdot \left(\frac{100-4}{100} \right) = 4077,62 \cdot 0,96 = 3914,52 \text{ m}^3;$$

$$\text{Parai: } V_{rntp} = V_{nnp} \cdot 0,96 = 17,35 \cdot 0,96 = 16,66 \text{ m}^3;$$

$$\text{Pamainai: } V_{rntpp} = V_{npp} \cdot 0,96 = 17,35 \cdot 0,96 = 16,66 \text{ m}^3;$$

$$\text{Valandai: } V_{rnmv} = V_{nmv} \cdot 0,96 = 2,17 \cdot 0,96 = 2,08 \text{ m}^3.$$

Džiovinimo niekalo:

$$\text{Metams: } V_{rnm} = V_{nm} \cdot \left(\frac{100-4}{100} \right) = 788,22 \cdot 0,96 = 756,69 \text{ m}^3;$$

$$\text{Parai: } V_{rnp} = V_{np} \cdot 0,96 = 3,35 \cdot 0,96 = 3,22 \text{ m}^3;$$

$$\text{Pamainai: } V_{rntpp} = V_{npp} \cdot 0,96 = 3,35 \cdot 0,96 = 3,22 \text{ m}^3;$$

$$\text{Valandai: } V_{rmv} = V_{nv} \cdot 0,96 = 0,42 \cdot 0,96 = 0,40 \text{ m}^3.$$

4.1.3.3 lentelė. Realios žaliavų sąnaudos, reikalingos numatytai gamybos apimčiai

| Žaliava | Matavimo vienetai | | | |
|--------------------------|-------------------|-------|----------|----------|
| | m ³ | | | |
| | Metams | Parai | Pamainai | Valandai |
| Girininkų karjero molis | 9227,08 | 39,26 | 39,26 | 4,91 |
| Nikiforovo karjero molis | 3914,52 | 16,66 | 16,66 | 2,08 |
| Džiovinimo niekalas | 756,69 | 3,22 | 3,22 | 0,40 |
| Iš viso | 13898,29 | 59,14 | 59,14 | 7,39 |

4.1.3.4 lentelė. Realios žaliavų sąnaudos, reikalingos numatytai gamybos apimčiai

| Žaliava | Matavimo vienetai | | | |
|--------------------------|-------------------|--------|----------|----------|
| | t | | | |
| | Metams | Parai | Pamainai | Valandai |
| Girininkų karjero molis | 16876,33 | 71,81 | 71,81 | 8,98 |
| Nikiforovo karjero molis | 7167,48 | 30,50 | 30,50 | 3,81 |
| Džiovinimo niekalas | 1286,37 | 5,47 | 5,47 | 0,68 |
| Iš viso | 25330,18 | 107,78 | 107,78 | 13,47 |

4.2 Įrengimų parinkimas ir skaičiavimas

Įrengimai parenkami pagal paskaičiuotas žaliavų sąnaudas numatytai gamybos apimčiai įvykdyti. Sandėlių, skirtų žaliavų tiekimui ir laikymui, dydis bei kitos techninės charakteristikos apskaičiuojamos remiantis bakalauro metodiniais nurodymais [9].

4.2.1 lentelė. Molio purentuvas Activator GR12 [10]

| | | |
|---|--------|-------------------|
| Gabaritiniai matmenys, mm | Ilgis | 1150 |
| | Plotis | 1300 |
| Našumas, m ³ /h | | 12 |
| Maksimalus pakraunamų gabalų dydis, mm | | 800 – 1000 |
| Susmulkintų gabalų dydis, mm | | 100 – 150 |
| Variklio galingumas, kW | | 18 |
| Sraigto matmenys (ilgis × plotis × aukštis), mm | | 2850 × 1050 × 850 |
| Masė, t | | 2,3 |

Girininkų karjero molis

Reikalingas molio purentuvų skaičius:

$$n = \frac{V_{sb}}{V_{sl}} \quad (4.2.1)$$

čia: V_{sb} – bendras reikalingas gamybinei programai įvykdyti našumas, m³/h; V_{sl} – pasirinkto įrengimo našumas, m³/h.

$$n = \frac{4,91}{12} = 0,41$$

Priimu, kad reikalingas vienas molio purentuvas.

Pasirinkto įrengimo išnaudojimo laipsnis, %:

$$\eta = \frac{V_{sb}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 \quad (4.2.2)$$

$$\eta = \frac{4,91}{1 \cdot 12} \cdot 100 = 41 \%$$

Nikiforovo karjero molis

Reikalingas molio purentuvų skaičius:

$$n = \frac{V_{sb}}{V_{sl}} \quad (4.2.3)$$

čia: V_{sb} – bendras reikalingas gamybinei programai įvykdyti našumas, m³/h; V_{sl} – pasirinkto įrengimo našumas, m³/h.

$$n = \frac{2,08}{12} = 0,17$$

Kadangi gamyba nedidelė bus naudojamas vienas molio purentuvas abiemis moliams. Tuo metu kai į gamyklą bus atvežamas Nikiforovo molis, bus organizuojamos papildomos pamainos Nikiforovo molio sandėlio užpildymui.

Pasirinkto įrengimo išnaudojimo laipsnis, %:

$$\eta = \frac{V_{sb}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 \quad (4.2.4)$$

$$\eta = \frac{2,08}{1 \cdot 12} \cdot 100 = 17 \%$$

Tarpinis Nikiforovo molio sandėlis

Nikiforovo molio sąnaudos per valandą – 2,08 m³/h. Numatau sudaryti Nikiforovo molio atsargas 15 parų (249,9 m³).

Nustatytam laikotarpiui sandėlyje saugomos medžiagos tūris, m³:

$$V = V_r \cdot \tau \quad (4.2.5)$$

Čia: V_r – realios Nikiforovo molio sąnaudos parai, m³; τ – parų skaičius.

$$V = 16,66 \cdot 15 = 249,9 \text{ m}^3$$

Medžiaga užimto aruodo sandėlyje plotas, m²:

$$S = \frac{V \cdot K_1}{H \cdot K_2} \quad (4.2.6)$$

čia: H – žaliavos sandėliavimo aukštis, m (H = 3,5); K₁ – koeficientas, įvertinantis remonto aikštelių ir bunkerių užimamą plotą (K₁ = 1,10); K₂ – koeficientas, įvertinantis krūvos formą (K₂ = 0,75).

$$S = \frac{249,9 \cdot 1,10}{3,5 \cdot 0,75} = 104,72 \text{ m}^2$$

Priimu, kad aruodo plotis B = 6 m

Aruodo ilgis, m:

$$L = \frac{S}{B} = \frac{104,72}{6} = 17,45 \text{ m}$$

Priimu tarpinio Nikiforovo molio sandėlio matmenis: ilgis – 18 m, plotis – 6 m.

4.2.2 lentelė. Nikiforovo molio sandėlis

| | |
|---|-----|
| Talpa 15 parų, V m ³ | 250 |
| Užimamas medžiagos plotas S, m ² | 105 |
| Aruodo plotis B, m | 6 |
| Aruodo ilgis L, m | 18 |

4.2.3 lentelė. Greiferinė kransija QZ [11]

| | |
|------------------------------|----------|
| Keliamoji galia, t | 0,5 ~32 |
| Maksimalus kėlimo aukštis, m | 18 |
| Plotis, m | 31,5 |
| Darbinė temperatūra, °C | -20 ~ 40 |

4.2.4 lentelė. Dėžinis tiektuvas CFD 75 [12]

| | | |
|----------------------------|---------|-----------|
| Gabaritiniai matmenys, mm | Plotis | 750 |
| | Aukštis | 700 |
| | Ilgis | 4000 |
| Našumas, m ³ /h | | 5 |
| Variklio galingumas, kW | | 1,8 ÷ 2,2 |
| Masė, kg | | 2400 |

Girininkų karjero molis

Reikalingas dėžinių tiektuvų skaičius:

$$n = \frac{V_{sb}}{V_{sl}} \quad (4.2.7)$$

čia: V_{sb} – bendras reikalingas gamybinei programai įvykdyti našumas, m³/h; V_{sl} – pasirinkto įrengimo našumas, m³/h.

$$n = \frac{4,91}{5} = 0,98$$

Priimu, kad reikalingas vienas dėžinis tiektuvas.

Pasirinkto įrengimo išnaudojimo laipsnis, %:

$$\eta = \frac{V_{sb}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 \quad (4.2.8)$$

$$\eta = \frac{4,91}{1 \cdot 5} \cdot 100 = 98 \%$$

Nikiforovo karjero molis

Reikalingas dėžinių tiektuvų skaičius:

$$n = \frac{V_{sb}}{V_{sl}} \quad (4.2.9)$$

čia: V_{sb} – bendras reikalingas gamybinei programai įvykdyti našumas, m³/h; V_{sl} – pasirinkto įrengimo našumas, m³/h.

$$n = \frac{2,08}{5} = 0,42$$

Priimu, kad reikalingas vienas dėžinis tiektuvas.

Pasirinkto įrengimo išnaudojimo laipsnis, %:

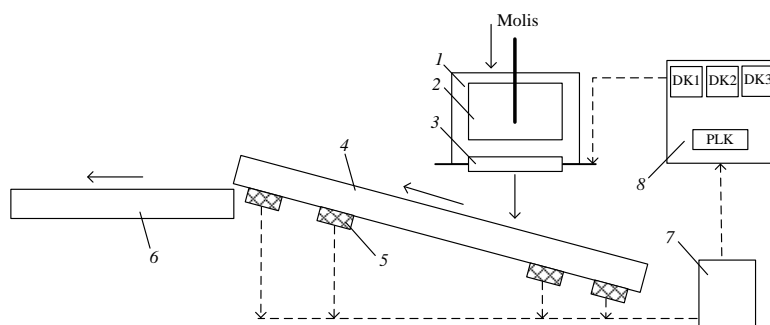
$$\eta = \frac{V_{sb}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 \quad (4.2.10)$$

$$\eta = \frac{2,08}{1 \cdot 5} \cdot 100 = 42 \%$$

Gamyboje bus naudojami du vienodi dėžiniai tiektuvai.

Automatinė svėrimo sistema [13]

Statybinės keramikos įmonėse tūrinis žaliavų dozavimo metodas ir šiandien yra labai paplitęs, tačiau turi vieną esminį trūkumą – nėra tikslus. Dėl šios priežasties vis plačiau naudojami įvairūs svorinio dozavimo būdai. Vienas iš jų – medžiagos svėrimas jai judant transporteriu (4.2.1 pav.). Molis, išbyrėjęs iš dėžinio tiektuvo 1, patenka ant svėrimo transporterio 4. Sistema reaguoja į masės pokytį (pagreitina ar sulėtina padavimą iš dėžinio tiektuvo), taip palaikydama tolygų užduotą srautą.



4.2.1 pav. Molio svėrimo ant judančio transporterio schema:

1 – dėžinis tiektuvas arba žaliavų bunkeris; 2 – jo pertvara; 3 – tiektuvo transporteris; 4 – svėrimo transporteris; 5 – tenzo davikliai; 6 – žaliavų transporteris; 7 – svėrimo blokas; 8 – valdymo spinta.

Svėrimo transporterio 4 apačioje sumontuoti keturi tenzo davikliai 5 matuoja momentinę žaliavos masę ant jo (transporterio masė atmetama), gautos vertės automatiškai perduodamos į svėrimo bloką 7, kuriame sumuojamos, rodomos ekrane ir perduodamos į valdymo spintą 8. Joje operatorius užduoda norimą žaliavos srautą t/h. Spintoje sumontuotas programuojamas loginis valdiklis PLV analizuoja žaliavos masės ir transporterio greičio parodymus, pagal tai keičia dažnio keitiklių DK greičius, didindamas arba mažindamas žaliavos padavimą iš dėžinio tiektuvo.

Gamyboje bus naudojamos dvi tokios pačios automatinio svėrimo sistemos.

4.2.5 lentelė. Dvivelenis maišytuvas 3.0M [14]

| | | |
|---------------------------|---------|------|
| Gabaritiniai matmenys, mm | Ilgis | 4200 |
| | Plotis | 700 |
| | Aukštis | 800 |
| Našumas, t/h | | 15 |
| Variklio galingumas, kW | | 18,5 |

Reikalingas dvivelenių maišytuvų skaičius:

$$n = \frac{V_{sb}}{V_{sl}} \quad (4.2.11)$$

čia: V_{sb} – bendras reikalingas gamybinei programai įvykdyti našumas, t/h; V_{sl} – pasirinkto įrengimo našumas, t/h.

$$n = \frac{13,47}{15} = 0,90$$

Priimu, kad reikalingas vienas dvivelenis maišytuvas.

Pasirinkto įrengimo išnaudojimo laipsnis, %:

$$\eta = \frac{V_{sb}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 \quad (4.2.12)$$

$$\eta = \frac{13,47}{1 \cdot 15} \cdot 100 = 90 \%$$

Gamyboje bus naudojami du vienodi dviveleniai maišytuvai.

4.2.6 lentelė. Akmenų atrinkimo valcai CSG500×800 [15]

| | |
|----------------------------|-----------------------|
| Valcų matmenys, mm | $\phi 550 \times 800$ |
| Našumas, m ³ /h | 20 |
| Tarpas tarp volų, mm | < 5 |
| Variklio galingumas, kW | 18,2 × 2 |

Reikalingas akmenų atrinkimo valcų skaičius:

$$n = \frac{V_{sb}}{V_{sl}} \quad (4.2.13)$$

čia: V_{sb} – bendras reikalingas gamybinei programai įvykdyti našumas, m³/h; V_{sl} – pasirinkto įrengimo našumas, m³/h.

$$n = \frac{7,39}{20} = 0,37$$

Priimu, kad reikalingi vieni akmenų atrinkimo valcai.

Pasirinkto įrengimo išnaudojimo laipsnis, %:

$$\eta = \frac{V_{sb}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 \quad (4.2.14)$$

$$\eta = \frac{7,39}{1 \cdot 20} \cdot 100 = 37 \%$$

Formavimo masės sandėlis

Formavimo masės sąnaudos per valandą – 7,39 m³/h. Numatau sudaryti formavimo masės atsargas sandėliavimo aikštelėje 7 paroms (413,98 m³).

Priimu, kad molio sluoksnio storis 4 m, sandėlio plotis 12 m, Paskaičiuoju ilgį o ilgis – 12m.

4.2.7 lentelė. Sandėlis formavimo masei laikyti

| | |
|---|-------|
| Talpa 7 paroms, V m ³ | 414 |
| Užimamas medžiagos plotas S, m ² | 142,3 |
| Aruodo plotis B, m | 12 |
| Aruodo ilgis L, m | 12 |

4.2.8 lentelė. Daugiakaušis ekskavatorius 50 EF 1416/1422 [16]

| | |
|------------------------------|---------|
| Našumas, m ³ /h | 48 |
| Maksimalus ilgis, mm | 14000 |
| Kaušų skaičius, vnt. | 16 – 22 |
| Kaušo talpa, dm ³ | 50 |
| Svoris, kg | 37,000 |

Reikalingas daugiakaušių ekskavatorių skaičius:

$$n = \frac{V_{sb}}{V_{sl}} \quad (4.2.15)$$

čia: V_{sb} – bendras reikalingas gamybinei programai įvykdyti našumas, m³/h; V_{sl} – pasirinkto įrengimo našumas, m³/h.

$$n = \frac{7,39}{48} = 0,15$$

Priimu, kad reikalingas vienas daugiakaušis ekskavatorius.

Pasirinkto įrengimo išnaudojimo laipsnis, %:

$$\eta = \frac{V_{sb}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 \quad (4.2.16)$$

$$\eta = \frac{7,39}{1 \cdot 48} \cdot 100 = 15 \%$$

4.2.9 lentelė. Smulkaus malimo valcai GS700×500 [17]

| | |
|----------------------------|-----------|
| Našumas, m ³ /h | 10 |
| Tarpas tarp volų, mm | 2 ~ 3 |
| Volų skersmuo, mm | 700 × 500 |
| Variklio galingumas, kW | 18,5 + 11 |

Reikalingas smulkaus malimo valcų skaičius:

$$n = \frac{V_{sb}}{V_{sl}} \quad (4.2.17)$$

čia: V_{sb} – bendras reikalingas gamybinei programai įvykdyti našumas, m³/h; V_{sl} – pasirinkto įrengimo našumas, m³/h.

$$n = \frac{7,39}{10} = 0,74$$

Priimu, kad reikalingi vieni smulkaus malimo valcai.

Pasirinkto įrengimo išnaudojimo laipsnis, %:

$$\eta = \frac{V_{sb}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 \quad (4.2.18)$$

$$\eta = \frac{7,39}{1 \cdot 10} \cdot 100 = 74 \%$$

Gamyboje bus naudojami dveji vienodi smulkaus malimo valcai. Pirmų valcų tarpelis tarp volų 2 mm, antrų – 0,8 mm. Numatoma valcus prišliфуoti kas mėnesį, kad būtų palaikomas reikiamas tarpelis.

4.2.10 lentelė. Molio trintuvas BRSH 12a [18]

| | |
|--|---------|
| Lėkštės skersmuo, mm | 1,900 |
| Masės priėmimo lėkštės talpa, m ³ | 2.2 |
| Našumas, m ³ /h | 10 |
| Variklio galingumas, kW | 22 – 30 |
| Lėkštės variklio galingumas, kW | 2.2 |
| Trintuvės cilindro aukštis, m | 2.0 |

Reikalingas molio trintuvų skaičius:

$$n = \frac{V_{sb}}{V_{sl}} \quad (4.2.19)$$

čia: V_{sb} – bendras reikalingas gamybinei programai įvykdyti našumas, m³/h; V_{sl} – pasirinkto įrengimo našumas, m³/h.

$$n = \frac{7,39}{10} = 0,74$$

Priimu, kad reikalingas vienas molio trintuvas.

Pasirinkto įrengimo išnaudojimo laipsnis, %:

$$\eta = \frac{V_{sb}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 \quad (4.2.20)$$

$$\eta = \frac{7,39}{1 \cdot 10} \cdot 100 = 74 \%$$

4.2.11 lentelė. Vakuuminis presas SP 450/350 [19]

| | | |
|---------------------------------|---|------------|
| Našumas, t/h | | 15 |
| Tiektuvo tipas: VDWM 2007 | Drėgno molio našumas, t/h | 25 |
| | Tiektuvo matmenys (plotis × ilgis), mm | 710 × 2015 |
| | Tiektuvo peilių/sraigčių skersmuo, mm | 390 |
| | Galia, kW | 45/55 |
| | Svoris, kg | 3600 |
| Sraigto skersmuo (cilindro), mm | | 450-400 |
| Maksimalus slėgis, bar | | 30 |
| Galia, kW | | 75/90 |
| Masė, kg | | 5000 |

Reikalingas vakuuminių presų skaičius:

$$n = \frac{V_{sb}}{V_{sl}} \quad (4.2.21)$$

čia: V_{sb} – bendras reikalingas gamybinei programai įvykdyti našumas, t/h; V_{sl} – pasirinkto įrengimo našumas, t/h.

$$n = \frac{13,47}{15} = 0,89$$

Priimu, kad reikalingas vienas vakuuminis presas.

Pasirinkto įrengimo išnaudojimo laipsnis, %:

$$\eta = \frac{V_{sb}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 \quad (4.2.22)$$

$$\eta = \frac{13,47}{1 \cdot 15} \cdot 100 = 89 \%$$

4.2.12 lentelė. Ruošinių pjaustymo automatas [20]

| | | |
|-------------------------------|---------|-----------|
| Gabaritiniai matmenys, mm | Ilgis | 2,500 |
| | Plotis | 800 |
| | Aukštis | 1,400 |
| Našumas, vnt/min | | 1 – 60 |
| Pjovimo dažnis, vnt./min | | 1 – 45 |
| Pjovimo tikslumas, mm | | ±1 |
| Pjovimo ilgio intervalas, mm | | 200 – 350 |
| Pjovimo pločio diapazonas, mm | | ≤ 180 |
| Variklio galingumas, kW | | 1.9 |
| Svoris, kg | | ~1000 |

4.2.13 lentelė. Čerpių formavimo presas [21]

| | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| Presavimo ciklų skaičius, iki, s/min | 24 mechaniniai; 18 hidraulinių |
| Viršutinės formos, vnt | 1 |
| Apatinės formos, vnt | 6 |
| Būgno paviršius, vnt | 6 |
| Būgno matmenys, mm | 620×850 |
| Suspaudimo jėga, t | 80 |
| Galia, kW | 15 |
| Maksimali presavimo eiga, mm | 130 |
| Svoris (be formų), kg | 18000 |

4.2.14 lentelė. Greitaeigė tunelinė džiovykla E3P 235 [22]

| | |
|-----------------------------------|----------------|
| Kanalo plotis, mm | 2350 |
| Ilgis, mm | 66000 |
| Džiovinimo ciklai, min | 45 ÷ 360 |
| Maksimali darbinė temperatūra, °C | 260 |
| Minimalus gaminio dydis, mm | 200x200 |
| Ritinėlių skersmuo, mm | 42 |
| Ritinėlių ilgis, mm | 3100 |
| Maksimalus pakrovimo aukštis, mm | 120 |
| Kuras | Gamtinės dujos |
| Dujinė aplinka | Oksiduojanti |

4.2.16 lentelė. Išskrovimo automatas [13]

| | |
|-------------------------|------|
| Našumas, t/h | 28 |
| Variklio galingumas, kW | 21,9 |
| Dažnis n, aps./min | 740 |

4.2.15 lentelė. Angobo liejimo varpas 660 [23]

| | |
|-----------------|------------|
| Modelio numeris | 660 |
| Modelio kodas | 2013066004 |

Priekrosnyje įrengta patalpa, kurioje, specialiuose vežimėliuose, bus galutinai išdžiovinami bei sandėliuojami pusgaminiai.

4.2.17 lentelė. Tunelinė krosnis [24]

| | | |
|--|--------|----------------|
| Gabaritiniai matmenys, m | Ilgis | 150,00 |
| | Plotis | 3,95 |
| | Auštis | 1,50 |
| Darbo dienos per metus | | 330 |
| Našumas, vnt/para | | 40000 |
| Degimo trukmė, h | | 18 |
| Krosnies padėklo matmenys (ilgis × plotis × aukštis) | | 2,5×3,65×0,4 |
| Krosnies padėklo našumas, vnt | | 216 |
| Degimo temperatūra, °C | | 1100 |
| Kuras | | Gamtinės dujos |

Užsakant tunelinę krosnį, ji pritaikoma projektuojamai gamybai.

Krosnies ilgis, priklausomai nuo degimo režimo, gali būti įvairus. Jei degama greitai (14 h), tai per parą išdegama 50000 vienetų. Numatoma, jog projektuojamoje gamyboje čerpės bus degamos 18 h, tai krosnyje per parą galima išdegti ~ 38000 čerpių. Kadangi degama ilgiau, tai krosnis gali būti trumpesnė (gaminiai lėčiau judės per krosnį).

Degant krosnyje 14 valandų, galime išdegti 50000 čerpių, jei degsime 18 valandų:

$$50000 \cdot \frac{14}{18} = 38888,88 \text{ vnt.} \quad (4.2.23)$$

Taigi krosnies ilgis bus:

$$\frac{14}{18 + 2} \cdot 150 = 105 \text{ m} \quad (4.2.24)$$

Kadangi 50000 čerpių per parą našumas yra minimalus, todėl priimu, kad per 18 h bus galima išdegti 40000 vnt.

Gamyboje bus naudojami Keller firmos automatiniai robotai: pusgaminių bei gaminių nuėmimui, iškrovimui, pakrovimui, rūšiavimui bei pakavimui.

4.3 Vidaus transporto įrengimai

Juostiniai transporteriai naudojami birioms medžiagoms, rečiau milteliams ir gabalinėms medžiagoms, taip pat vienetiniams gaminiams transportuoti horizontalia arba nuožulnia kryptimi judančia begaline juosta [25].

Privalumai – paprasta konstrukcija, mažas energijos imlumas, tylus darbas, galima transportuoti dideliais atstumais, galimi dideli našumai.

Keraminėms čerpėms formuoti pasirinkti lovinio tipo juostiniai transporteriai. Kadangi:

- jų paprasta konstrukcija;
- mažas energijos imlumas;
- jų dideli našumai;
- galima pasirinkti reikiamą juostos plotį bei ilgį;
- krovinius galima transportuoti dideliais atstumais ir greičiais.

Skaičiuojamas bendras žaliavų juostinis transporteris. Medžiagos, esančios ant judamosios transporterio juostos, skerspjūvio plotas F , m^2 , apskaičiuojamas pagal formulę [9]:

$$F = \frac{V_v}{3600 \cdot w} \quad (4.3.1)$$

čia: V_v – realios gamybos žaliavų sąnaudos gamybos programai įvykdyti, m^3/h ($V_v = 7,39$);
 w – juostos judėjimo greitis, m/s ($w = 1 m/s$).

$$F = \frac{7,39}{3600 \cdot 1} = 2,05 \cdot 10^{-3} m^2$$

Reikalingas juostos plotis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$B = \sqrt{\frac{F}{0,16 \cdot tg \varphi_1}} \quad (4.3.2)$$

čia: $tg \varphi_1$ – laisvas medžiagos byrėjimo kampas ($\varphi_1 = 45^\circ$).

$$B = \sqrt{\frac{2,05 \cdot 10^{-3}}{0,16 \cdot tg 45}} = 0,09 m$$

Apskaičiuotos juostos plotį B , patikriname pagal transportuojamos medžiagos maksimalius matmenis a_{max} , m :

$$B \geq 3,3 \cdot a_{max} + 0,2 \quad (4.3.3)$$

$$B \geq 3,3 \cdot 0,1 + 0,2$$

$$B \geq 0,53 m$$

Kadangi sąlyga netenkinama, priimu, kad juostos plotis $B = 400 mm$.

Varančiojo būgno skersmuo D_v ir ilgis B_v , m apskaičiuojami pagal formules:

$$D_v = k \cdot i \quad (4.3.4)$$

$$B_v = B + 0,10 \quad (4.3.5)$$

čia: i – sintetinio audinio sluoksnio skaičius ($i = 3-6$); k – koeficientas ($k = 0,12-0,15$).

$$D_v = 0,15 \cdot 6 = 0,9 \text{ m}$$

$$B_v = 0,40 + 0,10 = 0,5 \text{ m}$$

Patikriname įtempimo skersmenį D_{it} ir būgno skersmenį D_n , m, kurie turi būti mažesni už varančiojo būgno skersmenį D_v :

$$D_{it} \geq \frac{2 \cdot D_v}{3} \quad (4.3.6)$$

$$D_n \geq \frac{D_v}{2} \quad (4.3.7)$$

$$D_{it} \geq \frac{2 \cdot 0,9}{3}$$

$$D_{it} \geq 0,6 \text{ m}$$

$$D_n \geq \frac{0,9}{2}$$

$$D_n \geq 0,45 \text{ m}$$

Sąlyga tenkinama t.y.: $D_v > D_{it}, D_n$.

Juostinio transporterio traukos įtaisui reikalingą galią N_j , kW, apskaičiuojame pagal formulę:

$$N_j = 0,0962 \cdot Q_M \cdot H + 0,00289 \cdot Q_M \cdot L_h + 0,00579 \cdot Q_T \cdot L_h \quad (4.3.8)$$

$$Q_M = w \cdot F \cdot \rho_p \quad (4.3.9)$$

$$Q_T = w \cdot F \cdot \rho_T \quad (4.3.10)$$

čia: H – medžiagos pakėlimo aukštis, m ($H = 2$); L_h – transporterio projekcijos į horizontalią ašį ilgis, m ($L_h = 7$); ρ_p – piltinis medžiagos tankis, kg/m^3 ($\rho_p = 1830$); ρ_T – gumuotos transporterio juostos tankis, kg/m^3 ($\rho_T = 1100$).

$$Q_M = 1 \cdot 2,05 \cdot 10^{-3} \cdot 1830 = 3,76 \text{ kg/s}$$

$$Q_T = 1 \cdot 2,05 \cdot 10^{-3} \cdot 1100 = 2,26 \text{ kg/s}$$

$$N_j = 0,0962 \cdot 3,76 \cdot 0 + 0,00289 \cdot 3,76 \cdot 2,9 + 0,00579 \cdot 2,26 \cdot 2,9 = 0,07 \text{ kW}$$

Juostiniam transporteriui reikalinga elektros variklio galia N_v , kW, apskaičiuojama:

$$N_v = \frac{N_j}{\eta} \quad (4.3.11)$$

čia: η – koeficientas ($\eta = 0,6-0,8$).

$$N_v = \frac{0,07}{0,6} = 0,12 \text{ kW}$$

Kitų gamybos procese naudojamų transporterių charakteristikos pateiktos 4.3.1 lentelėje.

4.3.1 lentelė. Transporterių charakteristikos

| Pozicija* | Ilgis, m | Plotis, m | N_v , kW |
|-----------|----------|-----------|------------|
| - | 1,8 | 0,4 | 0,33 |
| 3 | 4,3 | | 0,75 |
| 6 | 4,3 | | 0,32 |
| 7 | 2,9 | | 0,12 |
| 10 | 3,9 | | 2,56 |
| 11 | 10 | | 0,40 |
| 14 | 10 | | 0,40 |
| 15 | 4,0 | | 0,76 |
| 17 | 2,0 | | 0,68 |
| 19 | 2,3 | | 0,69 |
| 21 | 2,0 | | 0,68 |
| 23 | 2,9 | | 0,72 |
| 25.1 | 2,8 | | 0,72 |
| 27 | 1,5 | | 0,66 |
| 31.1 | 1,5 | | 0,66 |
| 32.1 | 1,5 | | 0,66 |

*pozicijos numeris atitinka nurodytą technologinės schemos brėžinyje

5. STATYBINIAI SPRENDIMAI

5.1. Bendrieji duomenys

Projektuojama nauja šampuočių užkaitinio dengimo keraminių čerpių gamykla, kurios metinė apimtis 5 mln. vienetų. Gamykla statoma UAB „Rokų keramika“ įmonės teritorijoje, Rokuose.

5.1 lentelė. Bendrieji statinio techniniai rodikliai

| Eil. Nr. | Pavadinimas | Mato vienetas | Kiekis |
|----------------------|---|-------------------|--------|
| 1 | I. SKLYPAS | | |
| | 1.1. Sklypo plotas | ha | 1,061 |
| | 1.2. Statinio užimtas žemės plotas | m ² | 5119 |
| | 1.3. Apželdintas žemės plotas (žalasis plotas) | m ² | - |
| | 1.4. Automobilių stovėjimo vietų skaičius | vnt. | 100 |
| | 1.5. Sanitarinės (apsaugos) zonos plotis | m | |
| 2 | II. PASTATAI | | |
| | 2.1. Paskirties rodikliai (gamybos (kitos veiklos), paslaugų apimtys, aptarnaujamų žmonių skaičius, kiti rodikliai) | | |
| | 2.2. Bendrasis plotas: | m ² | 5119 |
| | 2.2.1. Pagrindinis | m ² | - |
| | 2.2.2. Pagalbinis | m ² | 30714 |
| | 2.3. Pastato tūris | m ³ | 1 |
| | 2.4. Aukštų skaičius | vnt. | 6 |
| 2.5. Pastato aukštis | m | II | |
| | 2.6. Pastato atsparumas ugniai (I, II ar III) | MJ/m ² | |

5.2. Statinio architektūriniai, konstrukciniai projektiniai sprendimai

Pastato sienos bus sudarytos iš laikančiųjų blokelių KERAPOR KS 17,5+D2 [26] bei išorės apdailos „DACORA“ [27]. Grindys – armuotos betoninės monolitinės. Pastato stogas – gelžbetoninės plokštės, betonas su šlako žvyru, šiluminės izoliacijos PAROC ROS 30g ir PAROC ROB 80, stogo dangos bitumas [28].

Pastato sienos [29], grindys [30] bei stogas [31] atitinka teisės aktuose jiems keliamus reikalavimus.

Pastato sienose bus montuojami REHAU firmos „GENEO“ plastikiniai langai [32]. Langų savybės: 6 kameros, šilumos izoliacija $U_f = 0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$, iki 76 % energijos taupymas, garso izoliacija su įstiklinimu $R_w = 50 \text{ dB}$, apsauga nuo įsilaužimo. Durys – taip pat parenkamos REHAU firmos su 6 kamerų sistema, sustiprintu stiklo pluoštu, apsauga nuo įsilaužimo [32].

Įmonės darbuotojų patalpoms šilumą, bei karštą vandenį teks AB „Kauno energija“. Paties gamybinio pastato šildyti nenaudinga, kadangi pakanta šilumos nuo įmonėje veikiančių įrenginių.

Įmonėje bus įrengti ventiliatoriai orui transportuoti, vietiniai siurbtuvai - užterštam orui šalinti nuo teršalų šaltinių, filtrai – į patalpą tiekiamam lauko orui valyti bei bus įdiegta oro kiekio ir kitų parametrų reguliavimo bei kontrolės sistema.

Pastatas atitinka Lietuvos Respublikos statybos įstatyme keliamus reikalavimus [33].

6. DARBUOTOJŲ SAUGA IR SVEIKATA

6.1. Projektuojamojo objekto charakteristika

Įmonė statoma UAB „Rokų keramika“ teritorijoje, jos paskirtis – keraminių čerpių gamyba. Gamybos metu naudojama žaliava: Girininkų (Lietuva) ir Nikiforovo (Ukraina) karjerų moliai. Taršos rūšis – cheminė ir fizikinė, sanitarinės apsauginės zonos dydis – 100 m [34].

6.2. Profesinės rizikos vertinimas

Rizikos vertinimo tikslas yra nustatyti darbuotojų traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybę dėl kenksmingo ir/ar pavojingo darbo aplinkos veiksnio ar veiksnių poveikio, įvertinant, kaip darbo vietos ar kitos darbovietės vietos, darbo priemonės, darbo sąlygos (darbo aplinka, darbo pobūdis, darbo ir poilsio režimas) atitinka darbuotojų saugos ir sveikatos teisės aktuose nustatytus darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimus, ir numatyti prevencines priemones, kad darbuotojai būtų apsaugoti nuo rizikos arba ji būtų kiek įmanoma sumažinta.

Rizikos vertinimą įmonėje organizuoja darbdavys. Rizikos vertinimas atliekamas visose darbo vietose ar kitose vietose, kuriose darbuotojas gali būti atlikdamas darbą arba vykdydamas darbdavio ar jo įgaliotų asmenų pavedimus [35].

6.2.1 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 |
|---|--|---|---|---|--|
| Dulkės, įkvepiamoji frakcija | Cechas (Formavimo operatorius, prie formavimo linijos pulto, linijos priežiūros, valymo darbai, čerpių broko nustūmimas nuo linijos) | - | 10 mg/m ³ | 8 val. | Naudojami respiratoriai |
| Akustinis triukšmas | | - | Ribinė vertė 87 dBA, viršutinė ekspozicijos vertė veiksmams pradėti 85 dBA, žemutinė ekspozicijos vertė veiksmams pradėti 80 dBA. | 8 val. | Naudojamos ausinės arba ausų kištukai SNR, organizuojamas darbuotojų sveikatos patikrinimas, skiriamos spec. pertraukos. |
| Dirbtinis apšvietimas darbo paviršiaus | | - | 200 Lx | 8 val. | Naudojamas bendras apšvietimas. |
| Krovinio kėlimas ir pernešimas pastoviai per pamainą | | - | Vyrams < 30,0 kg Moterims < 10,0 kg | 8 val. | Įrengiamos svarstyklės ant kurių galima pasverti krovinį. Darbuotojai nuolat stebimi įrengtomis kameromis. |
| Nuolat pasikartojantys rankų judesiai dalyvaujant plaštakos ir pirštų raumenims | | - | < 40000 sk./pam | 8 val. | Darbo metu daromos pertraukos. Darbuotojai kas tam tikrą laiką keičiasi darbo pozicijomis. |
| Dėmesio koncentravimas | | - | < 75 % pam. laiko | 8 val. | Kas tam tikrą laiką daromos pertraukos. |
| Oro temperatūra | - | 20 °C | 8 val. | Apsauginiai darbo drabužiai (dvi dalys ir kombinezonas) | |
| Oro santykinis drėgnumas | - | 40 – 60 % | 8 val. | Apsauginiai darbo drabužiai (dvi dalys ir kombinezonas) | |
| Oro judėjimo greitis | - | < 0,2 m/s | 8 val. | Apsauginiai darbo drabužiai (dvi dalys ir kombinezonas) | |

6.2.2 lentelė. Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai

| Medžiagos pavadinimas | Sunaudojama per pamainą, t | Pliūpsnio temperatūra, °C | Sprogumo ribos | | Savaiminio užsidegimo temperatūra, °C | Užsidegimo temperatūra, °C |
|--------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------|-----------|---------------------------------------|----------------------------|
| | | | apatinė | viršutinė | | |
| Girininkų karjero molis | 71,81 | - | - | - | - | - |
| Nikiforovo karjero molis | 30,50 | - | - | - | - | - |
| Džiovinimo niekalas | 5,47 | - | - | - | - | - |
| Gamtinės dujos | - | 188 | 5 | 15 | 537 | >450 |

Gamyboje naudojamos žaliavos bei gautas produktas nėra sprogūs.

6.2.3 lentelė. Pastatų, patalpų kategorijos pagal sprogo ir gaisro pavojų, pavojingų vietų zonos

| Objekto, kuriam suteikiama kategorija, klasifikuojama pavojinga vieta, pavadinimas | Požymis, nulemiantis kategoriją, pavojingos vietos zoną | Kategorija, pavojingos vietos zona |
|--|---|------------------------------------|
| Gamybinis cechas | Pastatas priskiriamas D _g kategorijai, nes bendras patalpų, priskiriamų D _g kategorijai, plotas viršija 25% pastato ploto. | D _g , 22 zona |
| Žaliavų paruošimo skyrius | Nedegios medžiagos. | E _g , 22 zona |
| Formavimo skyrius | Nedegios medžiagos. | E _g , 22 zona |
| Džiovinimo skyrius | Karštos, įkaitusios, išlydytos nedegios medžiagos; medžiagos, kurias apdorojant išspinduliuojama šiluma, išskiriamos kibirkštys ar liepsna; degios dujos, kurios naudojamos kaip kuras. | D _g , 22 zona |
| Degimo skyrius | Karštos, įkaitusios, išlydytos nedegios medžiagos; medžiagos, kurias apdorojant išspinduliuojama šiluma, išskiriamos kibirkštys ar liepsna; degios dujos, kurios naudojamos kaip kuras. | D _g , 1 zona |

6.3. Saugi gamyba

Darbuotojų sauga ir sveikata – visos prevencinės priemonės, skirtos darbuotojų darbingumui, sveikatai ir gyvybei darbe išsaugoti, kurios naudojamos ir planuojamos visuose įmonės veiklos etapuose, kad darbuotojai būtų apsaugoti nuo profesinės rizikos arba ji būtų kiek įmanoma sumažinta.

Darbdavys privalo laikytis saugos ir sveikatos teisės aktų reikalavimų, sudaryti darbuotojui saugias ir sveikas darbo sąlygas, o darbuotojas – saugoti savo ir kitų sveikatą, saugiai dirbti, susipažinti su saugos ir sveikatos norminių teisės aktų reikalavimais ir juos vykdyti pagal atliekamų darbų specifiką.

Darbuotojai privalo ne tik žinoti saugos ir sveikatos norminių teisės aktų reikalavimus ir vykdyti juos, bet ir dirbti su specialiais darbo drabužiais, avalyne, naudotis asmeninėmis ir kolektyvinėmis apsauginėmis priemonėmis, kai to reikalauja taisyklės, su kuriomis supažindintas pasirašytinai, imtis priemonių (pagal galimybes ir kompetenciją) pašalinti priežastis, galinčias sukelti traumas, avarijas, arba apie tai nedelsiant informuoti darbdavį. Darbuotojas informuoja darbdavį (jo įgaliotą asmenį) apie darbo metu gautas traumas, įvykusius nelaimingus atsitikimus, vykdo darbdavių, jo įgaliotų asmenų bei pareigūnų, kontroliuojančių saugą darbe, teisėtus nurodymus [36].

Įmonėje bus vykdomi privalomi darbo saugos instruktavimai: įvadinis – pravedamas naujai atvykusiems darbuotojams; pirminis darbo vietoje – pravedamas naujai priimtiems į darbą darbuotojams, perkeltiems juos iš vienos darbo vietos į kitą; 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; specialus darbo vietoje – pravedamas asmenims, dirbantiems pavojingus darbus.

Darbuotojai naudosis asmeninėmis ir kolektyvinėmis apsauginėmis priemonėmis, tokiomis kaip: galvos apsaugos priemonėmis, klausos, akių ir veido apsaugos priemonėmis ir pan.

Gamyboje naudojamos elektrifikuotos mašinos bei įrenginiai, darbuotojai nuolat būna prie elektros įrenginių. Todėl jie turi būti susipažinę su elektrosauga ir laikytis tam tikrų reikalavimų. Darbuotojams draudžiama palikti veikiančius įrenginius, jų darbo vieta turi būti tvarkinga ir nuolat prižiūrima. Negalima ant veikiančių įrenginių sėdėti ar remtis į juos. Darbuotojai privalo būti dėmesingi, susikoncentravę į darbą bei netrukdyti vieni kitiems.

Pažeidus elektros įrenginio izoliaciją, įrenginių korpusuose, jų metalinėse konstrukcijose atsiranda įtampa. Darbuotojams apsaugoti nuo elektros srovės, kai pažeidžiama izoliacija, būtina naudoti bent vieną iš šių priemonių: įžeminimą, įnuliniimą, apsauginį atjungimą, skiriamąjį transformatorių, saugią įtampą, saugią žemiausiąją elektros tinklo įtampą, dvigubą izoliaciją ir pan.

Įžeminti arba įnulinti būtina:

- visus 400V ir aukštesnės įtampos kintamosios srovės bei 440 V ir aukštesnės įtampos nuolatinės srovės įrenginius;
- aukštesnės kaip 50 V įtampos kintamosios srovės ir aukštesnės kaip 75 V įtampos nuolatinės srovės įrenginius pavojingose ir labai pavojingose patalpose, taip pat lauke esančius įrenginius [37].

Visi naudojami gamyboje elektriniai įrenginiai bus įnulinti.

Elektros įrenginių eksploatavimo patalpos pagal elektros srovės pavojingumą skiriamos į tris pavojingumo klases [37]:

- labai pavojinga patalpa;
- pavojinga patalpa;
- normali (nepavojinga) patalpa.

Kadangi gamybinės patalpos yra sausos, jose nesusidaro chemiškai ar biologiškai agresyvios aplinkos bei neturi labai pavojingoms ir pavojingoms patalpoms būdingų požymių, todėl yra priskiriamos normalioms (nepavojingoms) patalpoms.

Pastatus ir statinius nuo žaibo saugo žaibolaidžiai.

Žaibolaidis – įrenginys, priimantis žaibo smūgį ir nuleidžiantis jo srovę į žemę. Erdvė, kurioje pastatas ar statinys tam tikru patikimumu apsaugomas nuo tiesioginių žaibo smūgių, vadinama žaibolaidžio apsaugine zona. Žaibolaidis turi būti tikrinamas. Tikrinant apžiūrima žaibolaidžio ir srovės nuleidiklio bei kontaktų tarp jų būklė, apsauga nuo korozijos, išmatuojama žaibolaidžio įžemiklių varža [38].

6.2.4 lentelė. Duomenys pavienio lyninio žaibolaidžio apsaugos zonos skaičiavimams

| Apsaugos patikimumas | Žaibolaidžio aukštis h, m | Kūgio aukštis h ₀ , m | Kūgio spindulys r ₀ , m |
|----------------------|---------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0,97 | 125 | 100 | 109 |

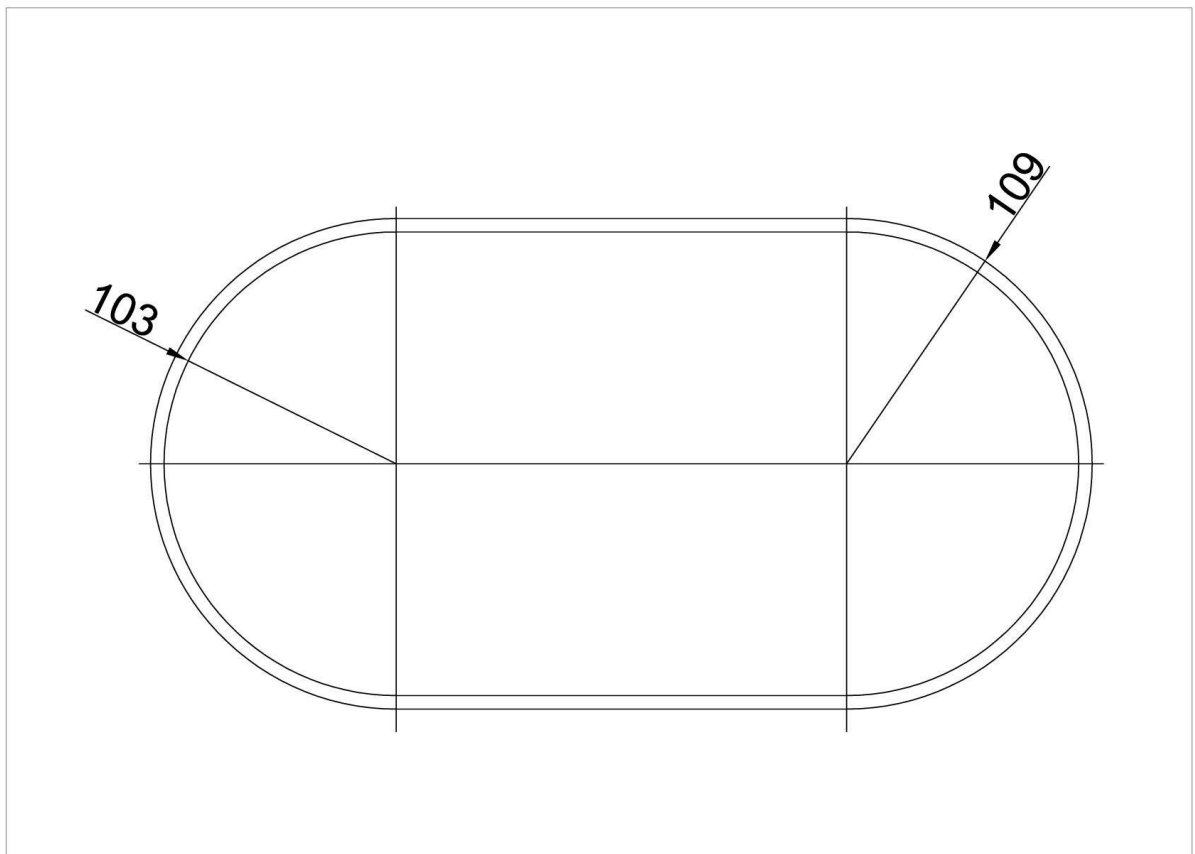
Reikiamo patikimumo apsaugos zonos spindulys r_x aukštyje h_x, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$r_x = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0}; \quad (6.3.1)$$

čia: r_x – apsaugos patikimumo žaibolaidžio zonos spindulys, m; r₀ – kūgio spindulys ties žemės lygiu, m; h₀ – kūgio aukštis, m; h_x – apsaugos patikimumo zonos aukštis, m.

$$r_x = \frac{109(100 - 6)}{100} = 103 \text{ m}$$

Pavienio lyninio žaibolaidžio apsaugos zona pateikta 6.3.1 paveiksle.



6.3.1 pav. Pavienio lyninio žaibolaidžio apsaugos zona

6.4. Darbo higiena

Šiame poskyryje nagrinėjami cheminiai, biologiniai, fizikiniai rizikos veiksniai. Analizuojami naujai statomoje įmonėje ar ceche esančių rizikos veiksnių dydžiai, poveikio trukmė ir priežastys. Faktiniai rizikos veiksnių dydžiai lyginami su Lietuvos higienos normose ir kituose teisės aktuose nustatytais dydžiais bei ribinėmis vertėmis, atsižvelgiama į rizikos veiksnių poveikio trukmę, jų savybes ir naudojamas asmenines apsaugos priemones [39].

Šiluminio komforto aplinkos sąlygos turi būti užtikrintos projektuojant, steigiant naujas ir naudojant darbo vietas. Pakankamos šiluminės aplinkos sąlygos gali būti nustatytos tais atvejais, kai dėl technologinio proceso reikalavimų, techninių ir ekonominių priežasčių nėra galimybės užtikrinti šiluminio komforto sąlygas.

Darbo patalpų šiluminės aplinkos parametrai yra tokie: oro temperatūra, oro santykinis drėgnumas, oro judėjimo greitis ir šiluminio spinduliavimo intensyvumas.

Šiluminio komforto aplinkos parametrai nustatomi visai darbo zonai.

Pakankamos šiluminės aplinkos parametrai nustatomi atskirai darbo zonos nuolatinėms ir nenuolatinėms darbo vietoms.

Skiriamos trys darbų sunkumo kategorijos: lengvas (Ia, Ib), vidutinio sunkumo (IIa, IIb) ir sunkus fizinis darbas (III) [40].

Remiantis darbo sąlygomis nustatyta įmonėje atliekamų darbų sunkumo kategorija – IIb. Tai darbas, kurį dirbant žmogaus energijos sąnaudos sudaro daugiau 840 kJ/h, bet ne daugiau kaip 1040 kJ/h (reikalauja vidutinės fizinės įtampos stovint ar vaikstant pernešant krovinį iki 10 kg masės). Numatomos sudaryti šios darbo patalpų šiluminio komforto sąlygos:

1. šaltuoju metų laikotarpiu – oro temperatūra 17-19 °C, oro santykinis drėgnumas – 40-60 %, oro judėjimo greitis ne daugiau kaip 0,2 m/s;
2. šiltuoju metų laikotarpiu – oro temperatūra 20-22 °C, oro santykinis drėgnumas – 40-60 %, oro judėjimo greitis ne daugiau kaip 0,3 m/s.

Pakankamo šiluminio komforto atveju:

1. šaltuoju metų laikotarpiu – oro temperatūra: nuolatinėse darbo vietose 15-21 °C, nenuolatinėse darbo vietose 13-23 °C, oro santykinis drėgnumas ne daugiau kaip 75 %, oro judėjimo greitis ne daugiau kaip 0,4 m/s;
2. šiltuoju metų laikotarpiu – oro temperatūra: nuolatinėse darbo vietose 16-27 °C, nenuolatinėse darbo vietose 15-29 °C, oro santykinis drėgnumas ne daugiau kaip 70 % (prie 25°C), oro judėjimo greitis – 0,2- 0,5 m/s.

Darbdavys, įgyvendindamas savo pareigą turi sudaryti saugias ir sveikatai nekenksmingas darbo sąlygas, vadovaudamasis galiojančiais teisės aktais, organizuoja darbo patalpų ir darbo vietų apšvietimo vertinimą. Darbo patalpų ir darbo vietų natūralaus ir dirbtinio apšvietimo

išmatuotos apšvietos vertės turi būti ne mažesnės kaip natūralaus ir dirbtinio apšvietimo mažiausios apšvietos ribinės vertės, pateiktos higienos normoje.

Darbdavys turi atsižvelgti į profesinės rizikos įvertinimo rezultatus ir imtis atitinkamų priemonių natūralaus, dirbtinio ar mišraus apšvietimo keliamai rizikai šalinti ar mažinti. Teisės aktų nustatyta tvarka darbuotojai arba jų atstovai turi būti informuojami ir konsultuojami apie bet kurią priemonę, kurios imtasi įgyvendinant šią higienos normą, ir su ja susijusiais saugos ir sveikatos klausimais.

Atsižvelgiant į regos darbų kategorijas, turi būti įrengtas bendras, vietinis arba kombinuotas dirbtinis apšvietimas. Darbo patalpų nuolatinių darbo vietų dirbtiniam apšvietimui gali būti naudojami šviesos diodų šaltiniai, žemo slėgio dujų išlydžio (liuminescencinės), aukšto dujų slėgio – metalų halogenidų, natrio, ksenono, gyvsidabrio volframo, gyvsidabrio ir kitos lempos, kurių naudoti nedraudžia teisės aktai. Darbo vietų dirbtiniam vietiniam apšvietimui naudojami šviestuvai su neperšviečiamais reflektoriais (atšvaitais). Šviestuvai turi būti išdėstyti taip, kad lempų skleidžiamas šviesos srautas neakintų darbuotojų tiek jų darbo vietoje, tiek kitose darbo patalpos vietose.

Skirtingas apšvietimas tiesioginiame regėjimo lauke ir artimojoje aplinkoje gali sukelti regėjimo diskomfortą (sunkumus), todėl turi būti išlaikomas apšvietos tolygumas. Bendro fono apšvietimas turi būti ne mažesnis kaip 1/3 artimosios aplinkos apšvietimo vertės [41].

Yra 8 regos darbų kategorijos. Gamyklos patalpos yra priskiriamos IV regos darbų kategorijai, kur mažiausia ribinė vertė 300 lx. Tai darbai, kuriems atlikti reikia nedidelio regos tikslumo.

Apsaugos nuo triukšmo reikalavimai taikomi bet kuriai darbuotojų veiklai bet kurios ekonominės veiklos rūšies įmonėse, įstaigose, organizacijose ar kitose organizacinėse struktūrose ir jų darbo vietose, kai darbuotojams kyla ar gali kilti triukšmo sukeliama profesinė rizika.

Ribinė triukšmo ekspozicijos vertė ir viršutinė bei žemutinė ekspozicijos vertės nustatomos pagal kasdienius triukšmo ekspozicijos lygius bei didžiausius akimirkinius garso slėgius ir yra tokios:

1. ribinė ekspozicijos vertė: $L_{EX, 8h} = 87$ dB(A) ir atitinkamai $p_{peak} = 200$ Pa (140 dB (C), kai pamatinis slėgis 20μPa);
2. viršutinė ekspozicijos vertė: $L_{EX, 8h} = 85$ dB(A) ir atitinkamai $p_{peak} = 140$ Pa(137 dB (C), kai pamatinis slėgis 20μPa);
3. žemutinė ekspozicijos vertė: $L_{EX, 8h} = 80$ dB(A) ir atitinkamai $p_{peak} = 112$ Pa(135 dB (C), kai pamatinis slėgis 20μPa).

Nustatant, ar darbuotojo neveikia triukšmas, viršijantis ribinę ekspozicijos vertę, tikrasis (faktinis) triukšmo veikimas darbuotojui yra vertinamas atsižvelgiant į triukšmo sumažinimą, kai naudojamosi asmeninėmis klausos apsaugos priemonėmis.

Nustatant, ar neviršijamos viršutinė bei apatinė ekspozicijos vertės, neatsižvelgiama į tai, kad naudojamosi asmeninėmis klausos apsaugos priemonėmis [42].

Patalpų šildymo bei vėdinimo klausimai sprendžiami 5 diplominio projekto skyriuje.

6.5. Gaisrinė sauga

Remiantis gaisrinės saugos pagrindiniais reikalavimais [43] įmonė atitinka II atsparumo ugniai laipsnį. Įmonėje gali kilti „A“ ir „C“ klasės gaisrai, kurių metu dega kietosios medžiagos bei dujos.

Siekiant sumažinti gaisro pavojų bus imtasi šių priemonių:

- evakuacijos keliai ir išėjimai bus neužkrauti, parengti žmonėms evakuoti;
- patalpose bus įrengtos pirminės gaisro gesinimo priemonės:
 - D_g kategorijos patalpų gesinimui, 600 m² plotui, yra reikalingi du 4 kg gesintuvai. Projektuojamos įmonės užimamas plotas – 6046 m². Todėl reikės 16 ABC tipo 4 kg gesintuvų;
- bus įrengti du evakuaciniai išėjimai;
- ant evakuacijos keliuose esančių durų ar sienų bus evakuacijos kryptį nurodantys ženklai;
- prie įėjimo į gamybines patalpas ir sandėlius bus nurodytos kategorijos pagal sprogumo ir gaisro pavojų;
- gamybinėse patalpose bus parengtos technologinių įrenginių išdėstymo schemas, kuriose bus pažymėtos įrenginių, darbo ir išėjimų vietos;
- gaisrams gesinti bus įrengtas priešgaisrinis vandentiekis. Pastatų viduje bus įrengtas gaisrinis čiaupas, išorėje – hidrantas;
- pirminėms gaisro gesinimo priemonėms laikyti bus įrengti specialūs stendai, kuriuose bus: 2 gesintuvai, 2 kibirai, smėlio dėžė ir kastuvas, nedegus audeklas, 2 laužtuvai, 2 kirviai. Stendai bus įrengti lengvai prieinamose ir gerai matomose vietose, netoli nuo išėjimų iš patalpų;
- gamykloje bus įrengtos automatinės gaisro signalizacijos sistemos.

Įmonės darbuotojai bus supažindinti su gaisrinės saugos bendraisiais reikalavimais, kurių privalės laikytis [44]:

- darbuotojai privalo žinoti kur laikomi gaisro gesinimo įrenginiai bei priemonės ir kaip jais naudotis;
- darbuotojai privalo žinoti kaip reikia tinkamai sandėliuoti žaliavas;
- darbuotojai privalo žinoti kaip tinkamai dirbti su technologiniais įrenginiais ir pan.

7. FINANSINIAI IR EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI

Tiksliai įvertinti inovacijų kuriamą ekonominę naudą įmonės požiūriu gana sudėtinga. Mokslinėje literatūroje inovacijų teikiama ekonominė nauda dažniausiai nagrinėjama šiais požiūriais:

- produkto gamybos sąnaudų (savikainos) sumažinimo;
- produkto gamybos našumo ir (ar) lankstumo padidinimo;
- konkurencinių pranašumų rinkoje suteikimo;
- įėjimo į rinką barjerų sukūrimo.

Ekonominiai skaičiavimai atliekami naujai statomai keraminių čerpių gamybos įmonei, kurios metinė apimtis – 5 mln. vienetų per metus. Gamyboje naudojamas dviejų rūšių molis: lengvai lydus Girininkų (Lietuva) molis ir sunkiai lydus Nikiforovo (Ukraina) molis.

Diplominiame darbe atliekami šie skaičiavimai:

- projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai;
- produkcijos gamybos apimtis ir realizacinės pajamos;
- gamybos kaštai;
- veiklos kaštai;
- finansinės ir investicinės sąnaudos;
- gaminio kainos skaičiavimas;
- projekto pelningumas ir grynujų pinigų srautai;
- investicijų efektyvumo vertinimas.

7.1. Inovacijų projektavimo ir diegimo aplinkos analizė: ekonominių ir organizacinių problemų nustatymas

7.1.1.1. Įmonės vidinės būklės įvertinimas SSGG (SWOT) analizės metodu

SSGG analizės rezultatas yra vidinių ir išorinių verslo veiksnių išnagrinėjimas. Ji gali būti naudojama kaip pokyčių programos dalis, siekiant grėsmes paversti galimybėmis, o vidinius trūkumus – konkurenciniais privalumais[45].

SSGG analizė yra pagrindinis modelis, nurodantis organizacijos strateginių planų vystymo kryptį ir suteikiantis jiems pagrindą. SSGG atspindi stiprybes (ką įmonė yra pajėgi atlikti), silpnybes (ko įmonė negali atlikti), galimybes (potencialiai naudingos sąlygos įmonei) ir grėsmes (potencialiai nenaudingos sąlygos įmonei). Tokios analizės atlikimas padeda nustatyti silpnybių poveikio versle mažinimo būdus, išryškinant stipriąsias puses [46].

Stiprybės:

- kvalifikuoti darbuotojai ir jų žinių tobulinimas;
- produkcijos paklausa Lietuvos rinkoje;
- produkcijos ekologiškumas;
- aukštos kokybės produkcija;
- automatizuota technologinė linija.

Silpnybės:

- didelis darbuotojų darbo krūvis;
- didelė konkurencija;
- ribota vadybinė patirtis ir įgūdžiai.

Galimybės:

- galima plėtra į užsienio rinką;
- galimybė įdiegti naujas technologijas;
- asortimento plėtra, siekiant atitikti besikeičiančius vartotojų poreikius.

Grėsmės:

- užsienio konkurentų produkcija Lietuvoje;
- demografiniai pokyčiai, veikiantys produkto paklausą;
- pirkėjai yra geriau informuoti apie konkurentų produktus, kurie atitinka jų poreikius.

7.1.2. Įmonės vidinės būklės įvertinimas vidinio profilio analizės metodu

Vidinio profilio analizė leidžia nustatyti ir įvertinti konkrečias įmonės charakteristikas, įskaitant įmonės išteklius, galimybes bei pagrindines kompetencijas.

Vidinio profilio analizė – tai būdas identifikuoti įmonės stipriąsias ir silpnąsias puses. Ji reikalinga priimant gerus strateginius sprendimus.

Proceso rezultatai suteikia vertingos informacijos apie įmonės turtą, įgūdžius, darbo kasdienybę ir įmonėje vykstančius procesus [47].

7.1.2.1 lentelė. Įmonės vidinio profilio analizė

| Vidiniai ištekliai | Vertinimas | Komentaras |
|-----------------------------|--------------------|--|
| FINANSAI | | |
| Bendri veiklos rezultatai | Neutralus | Gautas pelnas investuojamas įmonės plėtrą bei darbuotojų mokymus ir kvalifikacijos kėlimą |
| Galimybė didinti kapitalą | Didelis pranašumas | Nuolat ieškoma naujų rinkų, siekiant didinti eksportą į užsienį. |
| Grynasis apyvartinis turtas | Nežymus trūkumas | Įmonė pradėta statyti. |
| MARKETINGAS | | |
| Rinka | Didelis pranašumas | Bus vienintelė įmonė gaminanti keramines čerpes Lietuvoje. |
| Rinkos pažinimas | Didelis pranašumas | Nuolat vykdomas rinkos tyrimas. |
| Prekė | Didelis pranašumas | Aukštos kokybės produktas, vertinamas dėl savo ekologiškumo. |
| Reklama ir rėmimas | Nežymus trūkumas | Planuojama sukurti įmonės internetinį puslapį. |
| Kaina | Neutralus | Kaina panaši lyginant su konkurentų. |
| GAMYBA | | |
| Vieta | Nežymus pranašumas | Geras susisiekimasis tiek viešuoju, tiek nuosavu transportu, yra geležinkelis. |
| Gamybiniai pajėgumai | Nežymus trūkumas | Įmonė pritaikyta mažam gamybiniam pajėgumui. |
| Ryšys su tiekėjais | Neutralus | Žaliavų tiekėjas yra pastovus. |
| Kokybės kontrolė | Neutralus | Kokybės kontrolė yra atliekama reguliariai. Ją atlieka įmonėje dirbantis specialistas. |
| ĮMONĖS KULTŪRA | | |
| Organizacijos struktūra | Neutralus | Įmonėje dirba optimalus darbuotojų skaičius. |
| Organizacijos reputacija | Nežymus trūkumas | Įmonė siekia užsitikrinti gerą vardą tarp klientų, dėl aukštos bei patikimos kokybės produkcijos. |
| PERSONALAS | | |
| Darbuotojų skaičius | Neutralus | Darbuotojų skaičius parinktas atsižvelgus į gamybos apimtį bei intensyvumą. |
| Kvalifikacijos tinkamumas | Didelis pranašumas | Darbuotojai nuolat apmokomi bei tobulinamos jų žinios. Reguliariai vykdomi kvalifikacijos kėlimo kursai. |
| Darbo apmokėjimo sistema | Neutralus | Atlyginimai išmokami laiku. Mokama du kartus per mėnesį. To pageidaujant darbuotojams. Mokami priedai už darbo kokybę bei darbo patirtį. |

7.2. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai

Finansavimo šaltiniai paprastai yra: nuosavos įmonės lėšos ir bankų ar kitų investuotojų paskolos. Projekto investicijos ir finansavimo šaltiniai pateikti 7.2.1 lentelėje [39].

7.2.1 lentelė. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai

| Kapitalo struktūra | 0 | | 2015 | | 2016 | | 2017 | | 2018 | | 2019 | |
|-----------------------|---------------|----|---------------|----|---------------|----|---------------|----|---------------|----|---------------|----|
| | IS, tūkst.. € | FŠ | IS, tūkst.. € | FŠ | IS, tūkst.. € | FŠ | IS, tūkst.. € | FŠ | IS, tūkst.. € | FŠ | IS, tūkst.. € | FŠ |
| Pagrindinis kapitalas | 1220,07 | AK | | | | | | | | | | |
| Apyvartinis kapitalas | 8,13 | AK | 4,38 | SK | 0,91 | SK | 1,13 | SK | 41,26 | SK | -42,35 | SK |
| Iš viso: | 1228,20 | | 4,38 | | 0,91 | | 1,13 | | 41,26 | | -42,35 | |

čia: IS – investicinė suma; FŠ – finansavimo šaltinis; AK – akcinis kapitalas; SK – skolintas kapitalas.

7.2.1. Ilgalaikio turto vertės skaičiavimas

Ilgalaikio turto vertę sudaro – technologinių įrengimų vertė, pastatų bei statybos darbų vertė. Skaičiavimai pateikti 7.2.1.1 lentelėje.

7.2.1.1 lentelė. Suvestinė statybos kainos skaičiuoklė

| Objekto, darbų ir išlaidų pavadinimas | Sąmatinė kaina, tūkst. Eur | | | Viso, tūkst. Eur |
|--|-----------------------------|------------------------------|----------------|------------------|
| | Statybos ir montavimo darbų | Įrenginių baldų inventoriaus | Kitos išlaidos | |
| 1. Statybos teritorijos paruošimo išlaidos | | | | |
| 1.1. Sklypo kaina | 875000 | - | - | 875000 |
| 1.2. Aikštelės paruošimo išlaidos | 43750 | - | - | 43750 |
| 2. Statybos objektai ir darbai | | - | - | |
| 2.1. Gamybinis korpuso statybos išlaidos | 292250 | 294 | - | 292544 |
| 2.2. Kitų objektų statybos darbų išlaidos | - | - | - | - |
| 3. Kitos išlaidos | - | - | 8776 | 8776 |
| Viso (ilgalaikio turto) | 1211000 | 294 | 8776 | 1220070 |

Aikštelės paruošimo darbams priimama 5 % nuo sklypo kainos. Kitos išlaidos – paliekamas rezervas nenumatytiems darbams atlikti, 3 % nuo gamybinio korpuso statybos išlaidų kainos.

7.2.2. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) vertės skaičiavimas

Apyvartų skaičius – 3, apyvartų trukmė yra 3 dienos.

Apyvartinės lėšos [39]:

$$AL_1 = \frac{B_{pard.}}{360} \cdot n_{ap} \quad (7.2.2.1)$$

čia: n_{ap} – apyvartos trukmė, dienomis; B_{pard} – produkcijos pardavimo apimtis (realizacinės pajamos) arba gamybos kaštai, tūkst. €

$$AL_1 = \frac{45,1}{360} \cdot 100 = 12,51 \text{ tūkst. €}$$

Gamybos apimties prieaugio koeficientas:

$$k = \frac{B_{pardj}}{B_{pardj-1}} \quad (7.2.2.2)$$

čia: B_{pardj} – pardavimų apimtis einamaisiais metais, $B_{pardj-1}$ – pardavimų apimtis prieš metus.

$$k = \frac{13,43}{12,51} = 1,07$$

Apyvartinio kapitalo/lėšų poreikio prieaugis kitais metais nustatomas pagal formulę:

$$\Delta AL_i = AL_i - AL_{i-1} \quad (7.2.2.3)$$

$$\Delta AL_2 = 13,43 - 12,51 = 0,91 \text{ tūkst. €}$$

Skaičiavimai pateikiami 7.2.2.1 lentelėje.

7.2.2.1 lentelė. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) poreikis

| Rodiklis | Projekto gyvavimo metai | | | | | |
|---|-------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 0 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| 1. Apyvartinių lėšų suma per metus, tūkst. € | | 12,51 | 13,43 | 14,56 | 55,81 | 13,46 |
| 2. Produkcijos pardavimo apimties prieaugio koeficientas | | 1,00 | 1,07 | 1,08 | 3,83 | 0,24 |
| 3. Apyvartinio kapitalo papildomas poreikis, dėl produkcijos apimties pasikeitimo, tūkst. € | | 12,51 | 0,91 | 1,13 | 41,26 | -42,35 |
| 4. Apyvartinio kapitalo dalis atsargoms sudaryti nuliniiais metais, tūkst. € | 8,13 | | | | | |
| 5. Apyvartinių lėšų poreikis | 8,13 | 12,51 | 0,91 | 1,13 | 41,26 | -42,35 |

7.3. Produkcijos gamybos apimtis ir realizacinės pajamos

Planuojant gamybos planavimo procesą yra nustatoma gamybos apimtis natūriniais vienetais prekės gyvavimo ciklui (vidutiniškai penkerių metų laikotarpiui), pradedant rinkos įsisavinimu ir baigiant pardavimo masto smukimu (7.3.1 lentelė). Brandos stadijoje gamybos įsisavinimo koeficientas lygus 1. Kitais projekto eksploataavimo metais įsisavinimo koeficientą tikslinga priimti 0,6–0,9 ribose ir pagal jį skaičiuoti gamybos apimtis [39].

7.3.1 lentelė. Produkcijos gamybos apimtis ir realizacinės pajamos

| Gaminio gyvavimo ciklo struktūra, metai | Gamybinio pajėgumo panaudojimo koeficientas | Gaminio apimtis natūriniais vienetais, t | Gaminio vieneto kaina, €/t | Pardavimų (gamybos) apimtis € | Pardavimų (gamybos) apimtis iš viso, tūkst. € |
|---|---|--|----------------------------|-------------------------------|---|
| 2015 | 0,65 | 11951 | 18 | 215110 | 215 |
| 2016 | 0,8 | 14708 | 18 | 264751 | 265 |
| 2017 | 1 | 18386 | 18 | 330939 | 331 |
| 2018 | 0,9 | 16547 | 18 | 297845 | 298 |
| 2019 | 0,8 | 14708 | 18 | 264751 | 265 |
| Viso | | | | 1373397 | 1373 |

7.4. Gamybos kaštai

7.4.1. Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas

Tiesioginiams gamybos kaštams priskiriama:

- pagrindinių žaliavų kaštai;
- proceso energijos kaštai;
- tiesioginio darbo užmokestis;
- atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui.

Skaičiavimai pateikti 7.4.1.1 lentelėje.

7.4.1.1 lentelė. Išlaidos pagrindinėms žaliavoms

| Eksploatacijos metai | Žaliavos pavadinimas | Kaina, € (1 t) | Keraminės čerpės | | | Iš viso | |
|----------------------|--------------------------|----------------|----------------------|-------------------------|---------|---------------------|-----------------|
| | | | Sąnaudos norma 100 t | Sąnaudos visai apimčiai | Suma, € | Bendros sąnaudos, t | Suma, tūkst.. € |
| 2015 | Girininkų karjero molis | 55 | 0,70 | 84 | 4601 | 84 | 5 |
| | Nikiforovo karjero molis | 60 | 0,30 | 36 | 2151 | 36 | 2 |
| Iš viso | | | | | 6752 | | 7 |
| 2016 | Girininkų karjero molis | 55 | 0,70 | 103 | 5663 | 103 | 6 |
| | Nikiforovo karjero molis | 60 | 0,30 | 44 | 2648 | 44 | 3 |
| Iš viso | | | | | 8310 | | 8 |
| 2017 | Girininkų karjero molis | 55 | 0,70 | 129 | 7078 | 129 | 7 |
| | Nikiforovo karjero molis | 60 | 0,30 | 55 | 3309 | 55 | 3 |
| Iš viso | | | | | 10388 | | 10 |
| 2018 | Girininkų karjero molis | 55 | 0,70 | 116 | 6371 | 116 | 6 |
| | Nikiforovo karjero molis | 60 | 0,30 | 50 | 2978 | 50 | 3 |
| Iš viso | | | | | 9349 | | 9 |
| 2019 | Girininkų karjero molis | 55 | 0,70 | 103 | 5663 | 103 | 6 |
| | Nikiforovo karjero molis | 60 | 0,30 | 44 | 2648 | 44 | 3 |
| Iš viso | | | | | 8310 | | 8,3 |
| Iš viso | | | | | 43109 | | 43,1 |

Išlaidos pagrindinėms medžiagoms (MK_i) apskaičiuojami, dauginant medžiagų kiekį (B_{mi}) iš jų kainos (c_{mi}) ir jas sudedant:

$$MK_i = \sum_i^n B_{mi} \cdot c_{mi} \quad (7.4.1.1)$$

$$MK_i = 0,70 \cdot 84 + 0,30 \cdot 36 = 6752 \text{ €}$$

7.4.1.2 lentelė. Tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui

| | Gaminio pavadinimas | Gamybos programa, natūriniais vnt. | Laiko norma, nh/vnt. | Programinis darbo imlumas, nh | Valandinis atlygis, €/nh | Pagrindinis darbo užmokestis, € | Papildomas darbo užmokestis, € | Bendras darbo užmokestis, tūkst. € | Socialinio draudimo atskaitymai, tūkst. € |
|------|---------------------|------------------------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---|
| 2015 | Keraminė čerpė | 11951 | 0,0064 | 76 | 3,50 | 267,7 | 29,4 | 0,3 | 0,1 |
| 2016 | | 14708 | 0,0046 | 67 | 3,85 | 258,4 | 28,4 | 0,3 | 0,1 |
| 2017 | | 18386 | 0,0046 | 84 | 4,24 | 355,3 | 39,1 | 0,4 | 0,1 |
| 2018 | | 16547 | 0,0046 | 76 | 4,66 | 351,7 | 38,7 | 0,4 | 0,1 |
| 2019 | | 14708 | 0,0046 | 67 | 5,12 | 343,9 | 37,8 | 0,4 | 0,1 |

7.4.2. Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas

Prie netiesioginių gamybos išlaidų priskiriamos:

- tiesiogiai su gamyba nesusijusios, bet sudarančios sąlygas gamybai (pamainos meistrų, technologo, operatoriaus ir kt. darbuotojų) darbo užmokestis;
- darbo medžiagų, energijos ir amortizacijos (nusidėvėjimo) išlaidos (7.4.2.1 lentelė) [39].

Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas skaičiuojamas tiesiniu būdu tuomet amortizaciniai atsiskaitymai nusidėvėjimo padengimui kiekvienais metais bus vienodi:

$$A_m = \frac{F_{is} - F_{lv}}{T} \quad (7.4.2.1)$$

čia: A_m – amortizaciniai atskaitymai nusidėvėjimui padengti, tūkst. €, F_{is} – įsigijimo vertė, tūkst. €, F_{lv} – likvidacinė vertė, tūkst. €, T – naudingo naudojimo laikas, m.

$$A_m = \frac{1,33 - 0,13}{20} = 0,06 \text{ tūkst. €}$$

7.4.2.1 lentelė. Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija)

| Ilgalaikis turtas | Įrengimo ar pastato vertė, tūkst. € | Likvidacinė vertė, tūkst. € | Naudinga eksploatavimo trukmė, metai | Nusidėvėjimas | | | | | Likutinė vertė, tūkst. € |
|---|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| | | | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | |
| I. Pastatai | | | | | | | | | |
| Gamybinis pastatas | 1211,00 | 121,10 | 50,00 | 21,80 | 21,80 | 21,80 | 21,80 | 21,80 | 1102,01 |
| II. Įrengimai | | | | | | | | | |
| Molio parentuvas | 1,33 | 0,13 | 20,00 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 1,03 |
| Greiferinis kranas | 1,78 | 0,18 | 20,00 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 1,38 |
| Juostinis transporteris 1 (masės paruošimo skyrius) | 6,95 | 0,70 | 30,00 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 5,91 |
| Juostinis transporteris 2 (formavimo skyrius) | 27,80 | 2,78 | 30,00 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 23,63 |
| Juostinis transporteris 3 (džiovinimo/degimo skyrius) | 4,63 | 0,46 | 30,00 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 3,94 |
| Dėžinis tiektuvas | 5,35 | 0,54 | 20,00 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 4,15 |
| Automatinė svėrimo sistema | 5,35 | 0,54 | 10,00 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 2,94 |
| Dvivelenis maišytuvas | 4,73 | 0,47 | 20,00 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 3,67 |
| Akmenų atrinkimo valcai | 4,46 | 0,45 | 15,00 | 0,27 | 0,27 | 0,27 | 0,27 | 0,27 | 3,12 |
| Daugiakaušis ekskavatorius | 3,57 | 0,36 | 20,00 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 2,76 |
| Smulkaus malimo valcai | 5,35 | 0,54 | 15,00 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 3,75 |
| Molio trintuvas | 4,01 | 0,40 | 15,00 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 2,81 |
| Vakuuminis presas | 1,34 | 0,13 | 20,00 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 1,04 |
| Ruošinių pjaustymo automatas | 8,92 | 0,89 | 15,00 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 6,24 |
| Čerpių formavimo presas | 8,92 | 0,89 | 20,00 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 6,91 |
| Robotas | 10,70 | 1,07 | 30,00 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 9,10 |
| Ritininė džiovykla | 37,67 | 3,77 | 20,00 | 1,70 | 1,70 | 1,70 | 1,70 | 1,70 | 29,19 |
| Tunelinė krosnis | 62,42 | 6,24 | 20,00 | 2,81 | 2,81 | 2,81 | 2,81 | 2,81 | 48,37 |
| III. Inventorius | 20,00 | 2,00 | 10,00 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 11,00 |
| Iš viso: | 1436,28 | 143,63 | - | 32,67 | 32,67 | 32,67 | 32,67 | 32,67 | 1272,95 |

Gamybos kaštai apskaičiuojami 7.4.2.2 lentelėje.

7.4.2.2 lentelė. Gamybos kaštai

| Kaštų rūšys | Šnaudos gaminio vienetu, €/vnt. | Visos šnaudos, tūkst. € |
|---|---------------------------------|-------------------------|
| <i>Brandos studijoje 2017</i> | | |
| 1. Pagrindinės medžiagos | 0,57 | 10,39 |
| 2. Darbo užmokestis | 0,02 | 0,36 |
| 3. Socialinis draudimas | 0,01 | 0,11 |
| 4. Energija | 0,62 | 11,49 |
| 5. Akcizo mokestis | 0,00 | 0,00 |
| 6. Gamybinės netiesioginės išlaidos | 1,63 | 30,05 |
| 7. Patalpų nuoma | 0,00 | 0,00 |
| 8. Įrengimų nuoma | 0,00 | 0,00 |
| Iš viso | 2,85 | 52,40 |
| <i>Pirmaisiais projekto gyvavimo metais 2016</i> | | |
| 1. Pagrindinės medžiagos | 0,57 | 6,75 |
| 2. Darbo užmokestis | 0,02 | 0,27 |
| 3. Socialinis draudimas | 0,01 | 0,08 |
| 4. Energija | 0,69 | 8,25 |
| 5. Akcizo mokestis | 0,00 | 0,00 |
| 6. Gamybinės netiesioginės išlaidos | 2,51 | 30,05 |
| 7. Patalpų nuoma | 0,00 | 0,00 |
| 8. Įrengimų nuoma | 0,00 | 0,00 |
| Iš viso | 3,80 | 45,41 |
| <i>Antraisiais projekto gyvavimo metais 2016</i> | | |
| 1. Pagrindinės medžiagos | 0,57 | 8,31 |
| 2. Darbo užmokestis | 0,02 | 0,26 |
| 3. Socialinis draudimas | 0,01 | 0,08 |
| 4. Energija | 0,66 | 9,64 |
| 5. Akcizo mokestis | 0,00 | 0,00 |
| 6. Gamybinės netiesioginės išlaidos | 2,04 | 30,05 |
| 7. Patalpų nuoma | 0,00 | 0,00 |
| 8. Įrengimų nuoma | 0,00 | 0,00 |
| Iš viso | 3,29 | 48,34 |
| <i>Ketvirtaisiais projekto gyvavimo metais 2018</i> | | |
| 1. Pagrindinės medžiagos | 0,57 | 3,95 |
| 2. Darbo užmokestis | 0,01 | 0,16 |
| 3. Socialinis draudimas | 0,01 | 0,11 |
| 4. Energija | 0,64 | 10,56 |
| 5. Akcizo mokestis | 0,00 | 0,00 |
| 6. Gamybinės netiesioginės išlaidos | 1,82 | 30,05 |
| 7. Patalpų nuoma | 0,00 | 0,00 |
| 8. Įrengimų nuoma | 0,00 | 0,00 |
| Iš viso | 3,04 | 50,23 |
| <i>Penktaisiais projekto gyvavimo metais 2019</i> | | |
| 1. Pagrindinės medžiagos | 0,57 | 8,31 |
| 2. Darbo užmokestis | 0,02 | 0,35 |
| 3. Socialinis draudimas | 0,01 | 0,11 |
| 4. Energija | 0,66 | 9,64 |
| 5. Akcizo mokestis | 0,00 | 0,00 |
| 6. Gamybinės netiesioginės išlaidos | 2,04 | 30,05 |
| 7. Patalpų nuoma | 0,00 | 0,00 |
| 8. Įrengimų nuoma | 0,00 | 0,00 |
| Iš viso | 3,29 | 48,46 |

7.5. Veiklos kaštai

Į veiklos sąnaudas (kaštus) įtraukiamos: pagalbinių medžiagų ir administracijos patalpų išlaikymo išlaidos; administracijos darbuotojų darbo užmokestis ir atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui; administracijos patalpų apšvietimo, apšildymo, vandens ir buitiniams reikmėms energijos išlaidos; administracijos pagrindinių priemonių amortizaciniai atskaitymai; paslaugos; produkcijos realizavimo išlaidos, mokesčiai, rinkliavos ir kitos išlaidos [39].

Priimama, kad veiklos kaštai sudaro 30 % nuo gamybos kaštų.

7.5 lentelė. Veiklos sąnaudos (kaštai)

| Projekto gyvavimo metai | Veiklos kaštai, tūkst.. € |
|-------------------------|---------------------------|
| 2015 | 13,63 |
| 2016 | 14,51 |
| 2017 | 15,73 |
| 2018 | 15,08 |
| 2019 | 14,55 |

7.6. Finansinės ir investicinės sąnaudos

Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudoms priskiriamos palūkanos už banko paskolas.

Metinės palūkanos, esant paprastiesiems procentams, apskaičiuojamos pagal lygtį:

$$P = \frac{K}{N} \cdot 100 \quad (7.5.1)$$

čia: P – metinės palūkanos, tūkst. €; K – banko paskolos dydis, tūkst. €, N – palūkanų norma, %.

$$P = \frac{4,41}{10} \cdot 100 = 0,44 \text{ tūkst. €}$$

Skaičiavimai pateikti 7.6.1 lentelėje.

7.6.1 lentelė. Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas

| Rodiklis | Metai | | | | |
|--------------------------------|-------|------|------|------|------|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Paskolos suma, tūkst. € | 4,41 | 3,53 | 2,65 | 1,77 | 0,88 |
| Metinė palūkanų norma, % | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Palūkanos, tūkst.. € | 0,44 | 0,35 | 0,26 | 0,18 | 0,09 |
| Paskolos padengimas, tūkst.. € | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 |

7.7. Gaminų kainos skaičiavimas

Gaminio kainą (c_i) sudaro jo pilnoji savikaina (sp_i) ir pelnas (p_i), kuris apskaičiuojamas, įvertinus gaminio rentabilumą (R_i).

Priimama, kad gaminio rentabilumas 5 %.

$$c_i = sp_i + p_i \quad (7.7.1)$$

$$c_i = \frac{55708,58 + 0,23}{11951} = 4,89 \text{ €/vnt.}$$

$$p_i = \frac{R_i \cdot sp_i}{100} \quad (7.7.2)$$

$$p_i = \frac{5 \cdot 55708,58}{100 \cdot 11951} = 0,23 \text{ €/vnt.}$$

Gaminio pilnąją savikainą sudaro jo gamybinė savikaina (sg_i) ir veiklos sąnaudos (vs_i) ir finansinės veiklos (fv_i) sąnaudos (palūkanos):

$$sp_i = sg_i + fv_i + vs_i \quad (7.7.3)$$

$$sp_i = 45408,44 + 9081,69 + 1218,46 = 55708,58 \text{ €}$$

Skaičiavimai pateikti 7.7.1 lentelėje [39].

7.7.1 lentelė. Keraminių čerpių kainos apskaičiavimas

| | Gamybinė savikaina, € | Veiklos sąnaudos, € | Investicinės veiklos sąnaudos, € | Pilnoji savikaina, € | Pelnas | | Viso €/vnt. |
|------|-----------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------|----------------|--------|-------------|
| | | | | | Rentabilumas € | €/vnt. | |
| 2015 | 45408,44 | 9081,69 | 1218,46 | 55708,58 | 5 | 0,23 | 4,89 |
| 2016 | 48344,11 | 9668,82 | 1137,23 | 59150,16 | 5 | 0,20 | 4,22 |
| 2017 | 52404,55 | 10480,91 | 1056,00 | 63941,46 | 5 | 0,17 | 3,65 |
| 2018 | 50231,37 | 10045,27 | 974,77 | 61252,41 | 5 | 0,19 | 3,89 |
| 2019 | 48458,52 | 9691,70 | 893,54 | 59043,77 | 5 | 0,20 | 4,22 |

7.8. Projekto pelningumas ir grynujų pinigų srautai

Įmonės pajamų ir pelno skaičiavimai pateikti 7.8.1 lentelėje.

Labai svarbus įmonei yra grynsis pelnas – tai pelnas liekantis įmonei, atskaičius pelno mokesčių, kuris sudaro 15 % nuo apmokestinamo pelno sumos[39].

7.8.1 lentelė. Įmonės pelno (nuostolio) ataskaita, tūkst.. €

| Rodikliai | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1. Pardavimo apimtis | 215,11 | 264,75 | 330,94 | 297,85 | 264,75 |
| 2. Parduotų prekių savikaina | 45,41 | 48,37 | 52,40 | 50,23 | 48,46 |
| 3. Bendras pelnas | 169,70 | 216,38 | 278,53 | 247,61 | 216,29 |
| 4. Veiklos sąnaudos | 9,08 | 9,67 | 10,48 | 10,05 | 9,69 |
| Finansinė investicinė veikla (pajamos) | | | | | |
| 5. Išlaidos | 0,44 | 0,35 | 0,26 | 0,18 | 0,09 |
| 6. Ataskaitinių metų pelnas iki mokesčių | 160,18 | 206,35 | 267,79 | 237,39 | 206,51 |
| 7. Pelno mokesčiai | 24,03 | 30,95 | 40,17 | 35,61 | 30,98 |
| 8. Grynsis ataskaitinių metų pelnas | 136,15 | 175,40 | 227,62 | 201,78 | 175,54 |

Finansinės būklės pakitimų (pinigų srautų) skaičiavimas pateikiamas 7.8.2 lentelėje.

7.8.2 lentelė. Finansinės būklės pakitimų (pinigų srautų) ataskaita

| Rodikliai | Metai | | | | | |
|---|------------|---------|---------|---------|----------|---------|
| | 0 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| I. Grynujų pinigų srautas | | | | | | |
| 1. Grynasis pelnas | 0,00 | 136,15 | 175,40 | 227,62 | 201,78 | 175,54 |
| 2. Amortizaciniai atskaitymai | 0,00 | 32,67 | 32,67 | 32,67 | 32,67 | 32,67 |
| Iš viso | 0,00 | 168,82 | 208,06 | 260,29 | 234,45 | 208,20 |
| II. Papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą | (-8,20) | (-4,41) | (-0,82) | (-1,13) | (-41,26) | 42,35 |
| III. Grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos | (-8,20) | 164,40 | 207,25 | 259,16 | 193,19 | 250,55 |
| IV. Finansinės veiklos pelno (nuostolio) eliminavimas | | 0,44 | 0,35 | 0,26 | 0,18 | 0,09 |
| V. Investicijos į pagrindinį kapitalą | (-1220,07) | | | | | 1272,95 |
| VI. Projekto GPS | (-1228,27) | 164,84 | 207,60 | 259,42 | 193,37 | 1523,59 |

7.9. Investicijų efektyvumo vertinimas

7.9.1. Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštų skaičiavimai

Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai apskaičiuojami taip [39]:

$$KK = W_{is} \cdot k_{is} + W_{pr} \cdot k_{pr} + W_p \cdot k_p ; \quad (9)$$

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

Įsiskolinimų (paskolos) kaštai k_{is} paskaičiuojama pagal lygtį:

$$k_{is} = i \cdot (1 - M); \quad (10)$$

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

$$k_{is} = 4,415 / (4,415 + 1228,269) = 0,004$$

Privilegijuotosios akcijos kaina k_{pr} apskaičiuojama pagal formulę:

$$k_{pr} = \frac{D_{pr}}{P_a} \cdot 100 \quad (11)$$

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

$$k_{pr}=1228,269/(1228,269+4,415)=0,996$$

$$KK=8 \times 0,004 + 7 \times 0,996 = 7,004$$

7.9.2. Diskontuotas investicijų atsipirkimo periodo skaičiavimas

Diskontuotas investicijų atsipirkimo periodas T – tai laikas per kurį ekonominė nauda padengia investicines išlaidas. Apskaičiuojamas, kaupiant grynuosius pinigų srautus (GPS) ir stebint, kada jų suma taps lygi nuliui [39].

Diskontuotų investicijų atsipirkimo trukmė pateikta 7.9.2.1 lentelėje.

7.9.2.1 lentelė. Diskontuotų investicijų atsipirkimo trukmė

| Metai | Metiniai GPS | Bendri GPS |
|-------|--------------|------------|
| 0 | -1228,27 | -1228,27 |
| 2015 | 154,06 | -1074,21 |
| 2016 | 181,31 | -892,90 |
| 2017 | 211,75 | -681,15 |
| 2018 | 197,89 | -483,27 |
| 2019 | 1086,12 | 602,85 |

$$T = 1 - \left| \frac{-1074,21}{181,31} \right| = 6,9 \text{ metai}$$

Investicijos efektyvios, jei $T < 5$ metai. Šiuo atveju projekto investicijos nėra labai efektyvios.

7.9.3. Grynosios esamosios vertės (GEV) skaičiavimas

Grynoji esamoji vertė (GEV) – tai visų projekto diskontuotų GPS suma, pradedant nuliniiais metais (parodo kiek projekto savininkas uždirbo pelno).

$$GEV = \sum_{t=0}^n \frac{CF}{(1 + KK)^t} \quad (7.9.3.1)$$

$$GEV = -1228,27 + 154,06 + 181,31 + 211,75 + 197,89 + 1086,12 = 602,85 \text{ tūkst. €}$$

Kadangi gautas GEV yra teigiamas – projektas priimtinas. teigiamas GEV reiškia, kad tokia suma padidės įmonės turtas.

7.9.4. Pelningumo arba rentabilumo indekso skaičiavimas

Pelningumo arba rentabilumo indeksas – tai pelno ir išlaidų santykis:

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{\left(\frac{GPS_i}{(1 + KK)^i} \right)}{GPS_0} \quad (7.9.4.1)$$

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

GPS.

$$PI = 1,49$$

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

7.9.5. Lūžio taško skaičiavimas

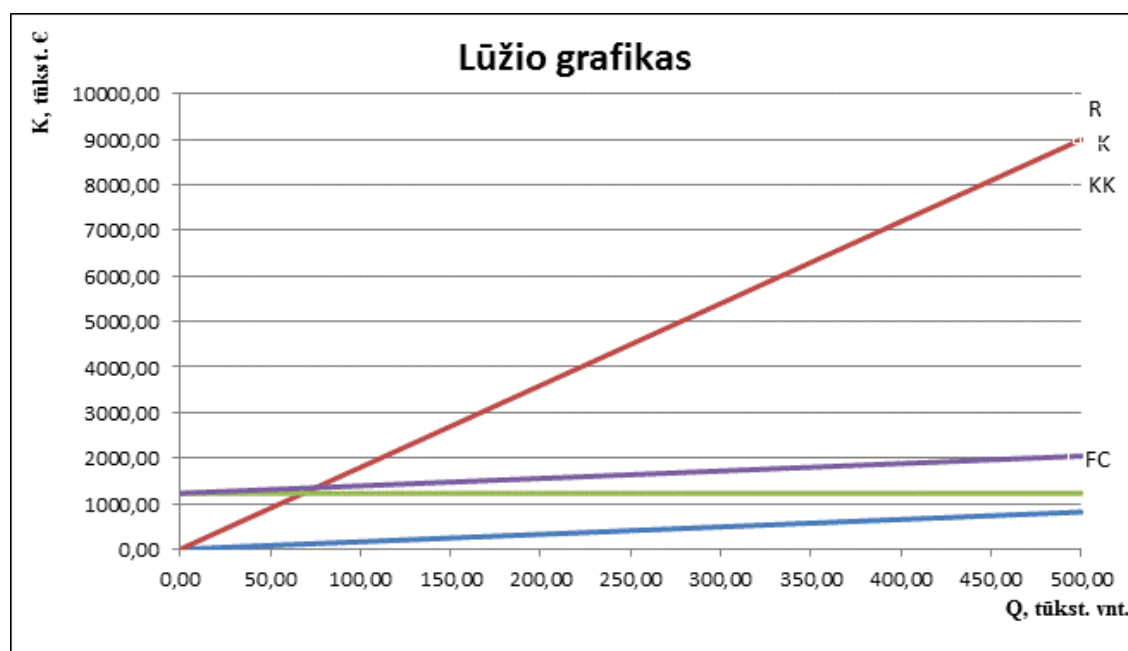
Lūžio taškas – tai pardavimų apimtis, kuriai esant įmonės bendrosios pajamos lygios visiems gamybos kaštams bei įmonės pelnas lygus nuliui. Pagal lūžio taško grafiką galima nustatyti, kokią kiekį produkcijos reikia pagaminti ir parduoti, kad įmonės veikla būtų pelninga [39].

Lūžio taško arba kritinę gamybinę apimtį galima rasti pagal lygtį:

$$Q_l = \frac{FC}{K - KK} \quad (7.9.5.1)$$

čia: Q_l – gaminio pardavimo apimtis lūžio taške, vnt; FC – gaminiui priskiriama visa pastoviųjų kaštų suma, €; K – gaminio vieneto kaina, €; KK – gaminio vieneto kintamieji kaštai, €.

$$QL = \frac{1228,27}{18 - 1,64} = 75 \text{ vienetai}$$



7.9.5.1 pav. Lūžio taško grafikas

(KK – bendros pajamos, FC – fiksuotos išlaidos, KK2 – bendros išlaidos, K – kintamos išlaidos)

7.10. Pagrindiniai projekto ekonominiai rodikliai

Suvestinėje lentelėje pateikiami tokie apskaičiuoti rodikliai: pelno, darbo našumo, produkcijos, apyvartos ir kapitalo rentabilumo rodikliai ir kt.

Rodikliai skaičiuojami brandos stadijoje, 2017 metais [39].

7.10.1 lentelė. Projekto finansiniai rodikliai

| Rodikliai | Projektas |
|---|-----------|
| 1. Produkcijos pardavimo apimtis, natūriniais vienetais | |
| Keraminės čerpės | 18386 |
| 2. Realizacinės pajamos, tūkst. € | 330,94 |
| 3. Darbo našumas, tūkst. € | |
| Dirbančiojo | 6574,62 |
| Darbininko | 7889,55 |
| 4. Vidutinis metinis darbo užmokestis, € | |
| Dirbančiojo | 7834,75 |
| Darbininko | 9401,70 |
| 5. Gamybos kaštai, tūkst. € | 10,39 |
| 6. Gaminio pilnoji savikaina, € | 3,48 |
| 7. Grynas pelnas, tūkst. € | 227,62 |
| 8. Investicijų apimtis, tūkst. € | 1228,27 |
| 9. Produkcijos rentabilumas, % | 361,96 |
| 10. Apyvartos rentabilumas, % | 68,78 |
| 11. Kapitalo rentabilumas, % | 339,93 |
| 12. Jų apyvartų skaičius | 120 |
| 13. Apyvartos trukmė, dienos | 3 |
| 14. Produkcijos imlumas apyvartinėms lėšoms, € | 0,79 |
| 15. Projekto investicijų atsipirkimo trukmė, metai | 6,93 |
| 16. Projekto grynoji esamoji vertė, tūkst. € | 602,85 |
| 17. Kapitalo kaštai, % | 7,00 |
| 18. Vidinė pelno norma, % | 30,00 |

Keraminių čerpių gamyklos statybos projektas nėra labai efektyvus, kadangi jo atsipirkimo trukmė ~7 metus. Tačiau jis yra ekonomiškai tikslingas, nes grynoji esamoji vertė (GEV) yra teigiama, bei pelningumo indeksas (PI) yra didesnis už vienetą.

8. APLINKOSAUGINIS VERTINIMAS

Aplinkosauginis vertinimas apima visą keraminių čerpių ciklą nuo žaliavų išgavimo iki atliekų pašalinimo. Keraminių čerpių būvio ciklo analizė parodo visuminį kiekybinį požiūrį į jų poveikį aplinkai ir leidžia priimti sprendimus, kaip gaminti švaresnį produktą. Kadangi tai ilgas ir sudėtingas procesas, diplominiame darbe pateikiamas tik keraminių čerpių gamybos metu daromas poveikis aplinkai.

Įmonėje bus gaminamos užkaitinio dengimo keraminės čerpės. Metinė apimtis – 5 mln. vnt. Gamyboje naudojamos žaliavos: Girininkų (Lietuva) ir Nikiforovo (Ukraina) karjerų moliai. Molių masei liesinti bus naudojamas džiovinimo brokas.

8.1 lentelė. Duomenys apie naudojamas žaliavas [48]

| 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 |
| Girininkų karjero molis | 16876,33 | 1302-78-9 | Plaučių rizika padidėjusi žmonėms, kurie jau kenčia nuo silikozės | Chemiškai stabilus, jokie konkretaus nesuderinamumo, jokių pavojingų irimo produktų, R37, S22 |
| Nikiforovo karjero molis | 7167,48 | 1302-78-9 | Plaučių rizika padidėjusi žmonėms, kurie jau kenčia nuo silikozės | Chemiškai stabilus, jokie konkretaus nesuderinamumo, jokių pavojingų irimo produktų, R37, S22 |
| Džiovinimo brokas | 1286,37 | - | - | - |

Džiovinimo brokas nėra įrašytas cheminių medžiagų ir preparatų duomenų bazėje, todėl ši žaliava neaprašoma.

8.2 lentelė. Duomenys apie energetinėms reikmėms naudojamus išteklius

| Produkcija | | Energetinėms reikmėms naudojami ištekuliai | | |
|------------------|------------------|--|--------------------|--|
| pavadinimas | Kiekis per metus | Pavadinimas | Kiekis per metus | Šaltiniai |
| Keraminės čerpės | 5 mln. vnt. | Gamtinės dujos | 900 m ³ | UAB „Lietuvos dujų tiekimas“ |
| | | Elektros energija | 151 MWh | AB „Energijos skirstymo operatorius“ (ESO) |
| | | Šiluminė energija | - | UAB „Šilumininkas“ |

Ritininėje džiovykloje ir tunelinėje krosnyje naudojamas kuras – gamtinės dujos. Elektros energija naudojama technologiniams įrenginiams bei buitinėms reikmėms aprūpinti. Šiluminė energija – darbuotojų patalpoms apšildyti. Pačios gamyklos šildyti nereikia kadangi užtenka šilumos, sklindančios nuo technologinių įrenginių. Kadangi įmonė pati šilumos nesigamina, o ją perka todėl duomenys lentelėje nėra pateikiami.

8.3 lentelė. Konkrečios veiklos sąlygojama fizikinė tarša [42]

| Taršos rūšis | Taršos šaltinio pavadinimas | Taršos šaltinių skaičius | Taršos šaltinio skleidžiamas taršos lygis | Priemonės taršai mažinti |
|--------------|-----------------------------|--------------------------|---|--|
| Triukšmas | Technologiniai įrengimai | 40 | ≤87 dBA | Asmeninės apsaugos priemonės (pvz. ausinės); informacija ir darbuotojų mokymai apie teisingai naudojamas darbo priemones, kad triukšmo poveikis darbuotojams būtų sumažintas iki minimumo; akustinio triukšmo sumažinimas naudojant skydus, aptvarus, garsą sugeriančias dangas. |

Gamykla savo pagrindinę veiklą vykdo uždaroje patalpoje, todėl keliamas triukšmas aplinkai neigiamos įtakos neturi. Triukšmą kelia gamyklos viduje veikiantys įrengimai.

8.4 lentelė. Atliekos, atliekų tvarkymas [49]

| Technologinis procesas | Atliekos pavadinimas | Atliekų kiekis, t/metus | Atliekų agregatinė būseną | Atliekų kodas pagal atliekų sąrašą | Atliekų pavojingumas | Atliekų saugojimo objekte laikymo sąlygos | Numatomi atliekų tvarkymo būdai |
|--|--|-------------------------|---------------------------|------------------------------------|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 |
| Savos produkcijos sandėlyje, įvairių prekių pirkimas | Plastikinės pakuotės (susidaro naudojant polietileno plėvelę savos produkcijos pakavimui, bei perkant įvairias medžiagas bei įrengimus) | 0,1 | kietoji | 15 01 | Nepavojinga | Renkamos į maišus ir sandėliuojamos iki išvežimo utilizacijai | Surinktos atliekos perduodamos atliekų tvarkymo įmonei „Ekonovus“. |
| Įrengimų, žaliavų pirkimas, produkcijos pakavimas | Medinė pakuotė (perkant įvairius įrengimus, fasuotas žaliavas ir medžiagas naudojamas gamybai, naudojant savo produkcijos pakavimui) | 1,5 | kietoji | 15 01 03 | Nepavojingos | Sandėliuojamos tam skirtoje patalpoje | Atliekos perduodamos tvarkyti „Kauno RATC“ |
| Energetikos bare | Dienos šviesos lempos ir kitos atliekos, kuriose yra gyvsidabrio (susidaro jas naudojant administracinių, buitinių ir gamybinių patalpų apšvietimui) | 0,02 | - | 20 01 21 | Toksiškos: medžiagos ir preparatai (įskaitant labai toksiškus), kurie įkvėpti, praryti ar prasiskverbę per odą gali sukelti sunkią ūmią arba chronišką ligą ar net mirtį | Specialioje taroje, uždaroje patalpoje | Surinktos atliekos perduodamos įmonei „Kauno švara“ |
| Patalpų valymas | Mišrios komunalinės atliekos (susidaro valant administracines, buitines patalpas) | 5,0 | skystoji | 20 03 01 | Nepavojinga | Renkamos į tam tikslui skirtus konteinerius | Atliekas tvarko įmonė „Kauno švara“ |

Gamybos proceso metu susidaro formavimo, džiovavimo bei degimo brokas. Tačiau jų priskirti atliekoms negalima, nes tiek formavimo, tiek džiovavimo, tiek degimo brokas grąžinamas į gamybą. Kadangi degimo broko kiekiai yra nedideli, todėl yra ekonomiškai nenaudinga statyti degimo broko trupinimo skyrių. Ši paslauga bus perkama iš greta esančios UAB „Rokų keramika“ įmonės.

8.5 lentelė. Naudojamo vandens balansas

| Vandens tiekimo (išgaravimo) šaltinis | Vandens naudojimo sritys (tikslai) | Didžiausias paros debitas m ³ /d | Vidutinis metinis kiekis, m ³ | Taupymo ir aplinkosaugos priemonės |
|---------------------------------------|------------------------------------|---|--|------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| UAB „Kauno vandenys“ | Buitinės patalpos | 13,5 | - | Vandens išgavimo sumažinimas 20 % |

Gamybos procese vanduo nenaudojamas, jis naudojamas tik buitiniams reikmėms.

8.6 lentelė. Nuotekų ir teršalų balansas

| Nuotekų susidarymo šaltiniai | Didžiausias paros nuotekų kiekis, m ³ /d | Vidutinis metinis nuotekų kiekis, m ³ /m | Teršalo pavadinimas | Teršalo kiekis t/m |
|------------------------------|---|---|---|--------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Lietaus kanalizacija“ | 0,4 | - | Chloridai Sulfatai Naftos produktai Suspen. medžiagos BDS ₇ | - |
| Buitinės patalpos | 0,1 | - | Riebalai Bendras fosforas Bendras azotas Naftos produktai Suspen. medžiagos BDS ₇ | - |

Gamykloje bus taikomas susidarančių buitinių nuotekų mažinimas, t. y. vandens sunaudojimo mažinimas bei įrengta tinkama nuotekų surinkimo sistema.

Lietaus nuotekos nevalomos. Keturis kartus per metus, vieną kartą per ketvirtį lyjant lietai paaimami nuotekų mėginiai, kuriuos analizuoja UAB „Pramoninis servisas“.

8.7 lentelė. Tarša į aplinkos orą

| Proceso (taršos šaltinio) pavadinimas | Teršalo pavadinimas | Išmetamųjų dujų temperatūra, °C | Išmetamųjų dujų tūrio debitas, Nm ³ /s | Teršalų išmetimo trukmė, val./m |
|--|--|---------------------------------|---|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Produkcijos džiovavimo ir degimo baras | CO ₂ , H ₂ O garai | ≤ 70 | - | 8736 val./m |
| Produkcijos džiovavimo ir degimo baras, avarinis kaminas | CO ₂ , H ₂ O garai | ≤ 70 | - | - |

Tarša į aplinką susidaro džiovinant bei degant keramines čerpes. Norint sumažinti šią taršą ir neviršyti leistinų normų yra naudojami filtrai.

Keraminių čerpių gamybos metu išsiskiria tik labai nedidelis kiekis taršos. Tai iš kamino išmetami dūmai, bei žaliavų ir galutinio produkto pakavimo atliekos. Kadangi šie procesai kontroliuojami ir prižiūrimi kompetentingų darbuotojų, aplinkai pakenkta nebus.

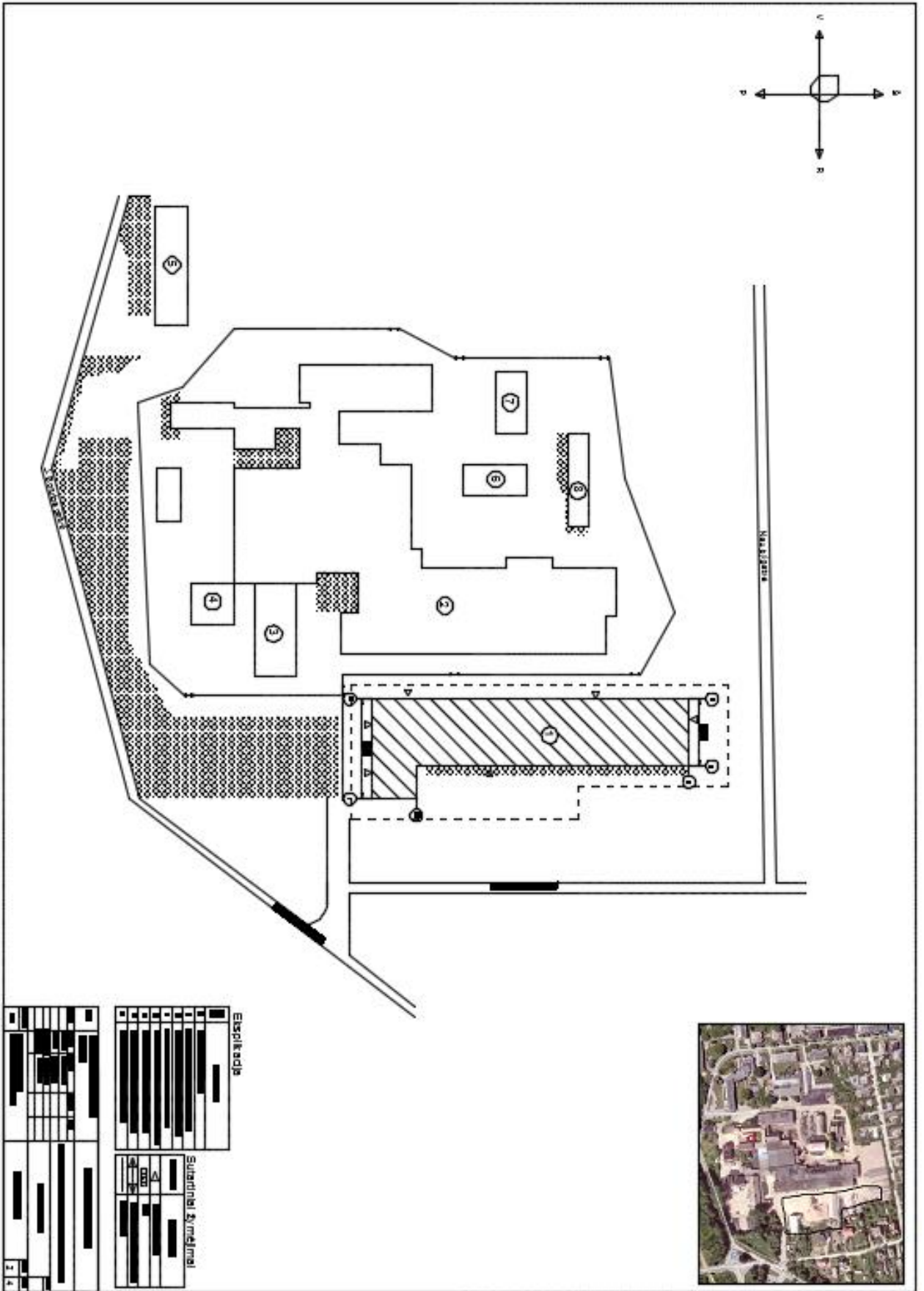
LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. GAILIUS, Albinas. ir GIRNIENĖ, Ingrida. Keraminiai statybiniai dirbiniai: mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2009. ISBN 978-9955-28-377-5.
2. ČERPĖS: stogo dangų prekyba internetinis puslapis [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-05-20]. Prieiga per internetą: <http://www.stogodanguprekyba.lt/prodktai/keramines-cerpes>
3. CHEMIJOS PRAMONĖ: chemijos pramonės sektoriaus analizė [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-05-20]. Prieiga per internetą: <http://www.gudruolis.lt/476-2/>
4. BALANDIS, Alfredas. Cheminės technologijos inžinerinės neorganinės medžiagos: mokomoji knyga. Kaunas: Technologija, 2009. ISBN 978-9955-25-591-8.
5. ŠIAUČIŪNAS, Raimundas. Keraminių medžiagų cheminė technologija: mokomoji knyga. Kaunas: Technologija, 2001. ISBN 9955-09-099-5.
6. ŽURAUSKIENĖ, Ramunė, ir kt. Statybinės medžiagos: vadovėlis. Vilnius: Technika, 2012. ISBN 978-609-457-203-6.
7. ŠIAUČIŪNAS, Raimundas, ir kt. Keraminių medžiagų cheminė technologija: vadovėlis. Kaunas: Technologija, 2016. (spaudoje)
8. ŠIAUČIŪNAS, Raimundas, ir kt. Keramikos laboratoriniai darbai: mokomoji knyga. Kaunas: Technologija, 2016. ISBN 978-609-02-1204-2.
9. BALANDIS, Alfredas, ir kt. Bakalauro baigiamasis darbas. Metodiniai nurodymai Cheminės technologijos fakulteto Silikatų technologijos specializacijos studentams: mokomoji knyga. Kaunas: Technologija, 2008. ISBN 978-9955-25-587-1.
10. CLAY RIPPER: [interaktyvus] 2016 [žiūrėta 2016-02-12]. Prieiga per internetą: <http://www.activator.ru/engl/glinopodgotovka.html>
11. GRAB CRANE: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-04-03]. Prieiga per internetą: http://cnellsen.en.alibaba.com/product/952769099-218834418/Single_girder_overhead_grab_crane_10t.html
12. FEEDER: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-04]. Prieiga per internetą: <http://www.bongioannimacchine.com/it/dosatori.htm>
13. UAB „ROKŲ KERAMIKA“. Technologijos reglamentas: keraminiai gaminiai. Kaunas, 2011.
14. CLAY MIXER: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-04]. Prieiga per internetą: http://hnmingyang.en.alibaba.com/product/1131146881-212754390/Double_Shaft_Clay_Mixer_for_Brick_Making_Machine.html
15. ROLLER STONE REMOVER: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-04]. Prieiga per internetą: http://www.ceramtechno.com/products_roller_stone_removal.html
16. EXCAVATOR: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-04]. Prieiga per internetą: <http://www.bongioannimacchine.com/it/escavatori.htm>
17. FINE ROLLER CRUSHER: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-04]. Prieiga per internetą: <http://quangtien-vac.com.vn/Thu-vien-anh/Thiet-bi-tao-hinh-san-xuat-gach-dat-set-nung-cua-Singapore.html>

18. CLAY SHREDDER: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-04]. Prieiga per internetą: <http://www.haendle.com/english/products/mischen-und-homogenisieren/tonraspler/>
19. EXTRUDER: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-14]. Prieiga per internetą: <http://www.morando-rieter.com/product/18>
20. CUTTING MACHINE: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-23]. Prieiga per internetą: http://brictec.en.alibaba.com/product/60008378187-800802338/Tile_cutting_machine_with_complete_roof_tile_production_line.html
21. ROOF TILE PRESS: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-03-14]. Prieiga per internetą: <http://www.morando-rieter.com/product/22>
22. DRYER: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2015-12-02]. Prieiga per internetą: <http://www.sacmi.com/en-US/Product-and-Services/Ceramics/Business-Units/Flat-Extruded/Extruded-tiles-and-trims.aspx?idC=62123&LN=en-US>
23. BELL: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2015-04-14]. Prieiga per internetą: http://www.sertam.it/catalogo_prodotti.php?prod=53&lang=2
24. TUNNEL KILN: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2015-03-23]. Prieiga per internetą: http://www.sertam.it/catalogo_prodotti.php?prod=53&lang=2
25. BALANDIS, Alfredas, ir kt. Chemijos inžinerija. I knyga: vadovėlis. Kaunas: Technologija, 2006. ISBN 9955-25-110-X
26. KERAPOR: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2015-05-18]. Prieiga per internetą: <http://www.rokukeramika.lt/default.asp>
27. APDAILA: Eternit Baltic. [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2015-05-18]. Prieiga per internetą: <http://www.eternit.lt/>
28. PAROC: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2015-05-18]. Prieiga per internetą: <http://www.paroc.lt/>
29. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. (2002). *Statybos techninis reglamentas STR 1.01.08:2002* (2002 m. gruodžio 5 d. įsakymu Nr. 622). [žiūrėta 2016-05-13]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.B49EEDC9171B>
30. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. (2004). *Statybos techninis reglamentas STR 2.05.13:2004* (2004 m. kovo 13 d. įsakymu Nr. D1-127). [žiūrėta 2016-05-13]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.E737DAE7AF62>
31. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. (2008). *Statybos techninis reglamentas STR 2.05.02:2008* (2008 m. spalio 27 d. įsakymu Nr. D1-571). [žiūrėta 2016-05-13]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.C576954D16C0>
32. LANGAI: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2015-05-18]. Prieiga per internetą: <https://www.rehau.com/lt-lt/>
33. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. (1996). *Lietuvos Respublikos statybos įstatymas* (1996-03-19). [žiūrėta 2016-05-13]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.F31E79DEC55D>

34. LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTERIJA. (2004). *Sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklės* (2004 m. rugpjūčio 19 d. įsakymu Nr. V-586). [žiūrėta 2016-05-16]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.14D754BE447D>
35. LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTERIJA. (2012). *Profesinės rizikos vertinimo bendrieji nuostatai* (2012 m. spalio 25 d. įsakymu Nr. A1-457/ V-961). [žiūrėta 2016-05-16]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/legalAct.html?documentId=TAR.5B121E9A63FD>
36. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. (2003). *Lietuvos Respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas* (2003-07-01). [žiūrėta 2016-05-13]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.95C79D036AA4>
37. LIETUVOS RESPUBLIKOS EBERGETIKOS MINISTERIJA. (2012). *Elektros įrenginių įrengimo bendrosios taisyklės* (2012 m. vasario 3 d. įsakymu Nr. 1-22). [žiūrėta 2016-05-16]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/legalAct.html?documentId=TAR.6AF8895BD875>
38. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. (2009). *Statybos techninis reglamentas STR 2.01.06:2009* (2009 m. lapkričio 17 d. įsakymu Nr. D1-571). [žiūrėta 2016-05-13]. Prieiga per internetą: <http://www.vtpsi.lt/node/1482>
39. VALANČIUS, Zenonas, ir kt. Magistro baigiamojo darbo metodiniai nurodymai Cheminės technologijos fakulteto Chemijos inžinerijos studijų programos magistrantams: mokomoji knyga. Kaunas: Technologija, 2013. ISBN 978-609-02-1046-8.
40. LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTERIJA. (2003). *Lietuvos higienos norma HN 69:2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai“* (2003 įsakymu Nr. V-770). [žiūrėta 2016-05-18]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/legalAct.html?documentId=TAR.39061F53794A>
41. LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTERIJA. (2014). *Lietuvos higienos norma HN 98:2014 „Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos mažiausios ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai“* (2014 m. įsakymu Nr. V-500). [žiūrėta 2016-05-19]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/legalAct.html?documentId=2f7d7690d52311e3bb00c40fca124f97>
42. LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTERIJA. (2013). *Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai* (2013 m. birželio 25d. įsakymu Nr. A1—310/V-640) [žiūrėta 2016-05-19]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.6AD924EDE58B>
43. PRIEŠGAISRINĖS APSAUGOS IR GELBĖJIMO DEPARTAMENTAS PRIE VIDAUS REIKALŲ MINISTERIJOS. (2010). *Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai* (2010 m. gruodžio 7 d. įsakymu Nr.1-338). [žiūrėta 2016-05-18]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.61BD22D4FB5B>
44. PRIEŠGAISRINĖS APSAUGOS IR GELBĖJIMO DEPARTAMENTAS PRIE VIDAUS REIKALŲ MINISTERIJOS. (2005). *Bendrosios priešgaisrinės saugos taisyklės* (2005 m. vasario 18d. įsakymu Nr.64). [žiūrėta 2016-05-18]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.C7BB0BCD6F81>
45. SSGG: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2015-05-22]. Prieiga per internetą: http://vz.lt/archive/article/2011/10/25/swot_analiz%C4%97_galimi_veiksniai

46. SSGG: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2015-05-22]. Prieiga per internetą:
<http://www.visasverslas.lt/portal/categories/11/1/0/1/article/975/kompanijos-ir-konkurencines-aplinkos-ssgg-swot-analize>
47. INTERNAL ANALYSIS: 2016 [žiūrėta 2015-05-22]. Prieiga per internetą:
<http://trinitywebworks.com/blog/internal-analysis-your-competitive-advantage.html>
48. KLASIFIKAVIMAS: [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2015-05-22]. Prieiga per internetą:
<http://gamta.lt/cms/index>
49. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. (1999). *Atliekų tvarkymo taisyklės* (1999 m. liepos 14 d. įsakymu Nr. 217) [žiūrėta 2016-05-27]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.38E37AB6E8E6>



| Eszékodja | | Származási Könyvtár | |
|-----------|----|---------------------|----|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | 3 | 3 | 3 |
| 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | 5 | 5 | 5 |
| 6 | 6 | 6 | 6 |
| 7 | 7 | 7 | 7 |
| 8 | 8 | 8 | 8 |
| 9 | 9 | 9 | 9 |
| 10 | 10 | 10 | 10 |

