

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

Donatas Jankevičius

AUTOMATIZUOTAS CENTRINIO ŠILDYMO KATILAS

Bakalauro darbas

Vadovas

dr. A. Stulpinaitė

ŠIAULIAI, 2012

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas
doc. dr. Artūras Sabaliauskas

2012 06

AUTOMATIZUOTAS CENTRINIO ŠILDYMO KATILAS

Mechanikos inžinerijos bakalauro darbas

Konsultantas

doc. dr. A. Kovierienė

2012 06

Vadovas

dr. A. Stulpinaitė

2012 06

Recenzentas

doc.dr. A. Sabaliauskas

2012 06

Atliko

NM-7 gr. stud.

D. Jankevičius

2012 06

ŠIAULIAI, 2012

Santrauka

Jankevičius D. Automatizuotas centrinio šildymo katilas: Mechanikos inžinerijos bakalauro darbas/mokslinis vadovas dr. A. Stulpinaitė; Šiaulių universitetas, Technologijos fakultetas, Mechanikos inžinerijos katedra. – Šiauliai, 2012. – 96p. (101p.).

Bakalauriniame darbe suprojektuotas gaminys – „Automatizuotas centrinio šildymo katilas“. Nagrinėti panašios paskirties katilai, iš jų išrinkus geriausią, atlikti techniniai skaičiavimai. Analizuotas vienas gaminio detalės (rankenėlės) pagaminimo technologinis maršrutas, nustatyti jos apdirbimo operacijoms atlikti reikalingi įrenginiai, apskaičiuotas jų kiekis. Darbe pateikiama žmonių ir aplinkos saugos reikalavimai naudojant gaminį. Ekonominiais skaičiavimais nustatyta ir pagrįsta gaminio savikaina.

Summary

Jankevičius D. Automated boiler for central heating: The bachelor work/research of Mechanics Engineering advisor dr. A Stulpinaite, Siauliai University, Faculty of Technology, Department of Mechanical Engineering – Siauliai, 2012. -97p. (102p.).

The designed product in the bachelor work – „Automated boiler for central heating“. After analysis of some similar purpose boilers, it was chosen the best one and made technical calculation. It was analyzed one making technological route of detail (handle) of the product, identify necessary systems for manufacturing operations, calculated the quantity. In this task are indicated requirements of people and environment control using this product. The cost price of the product was rated and reasoned according economic calculations.

LENTELIŲ SĄRAŠAS	8
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	10
IŽANGA	11
1. TECHNINIAI - EKONOMINIAI RODIKLIAI	12
2. KONSTRUKCINĖ DALIS	13
2.1. Automatizuoto centrinio šildymo katilo paskirtis	13
2.2. Automatizuoto centrinio šildymo katilo konstrukcinių variantų analizė.....	13
2.3. Automatizuoto centrinio šildymo katilo konstrukcijos aprašymas ir pagrindimas	22
2.4. Automatizuoto centrinio šildymo katilo techniniai skaičiavimai.....	24
2.4.1. Stiprumo skaičiavimai	24
2.4.1.1. Skydo storio nustatymas.....	25
2.4.1.2. Šono storio nustatymas.....	26
2.4.1.3. Įsoriniu marškinių sienelės storio nustatymas	27
2.4.1.4. Skydo sienelės storio nustatymas.....	28
2.4.1.5. Smeigės skersmens nustatymas	29
2.4.2. Šiluminiai skaičiavimai	30
2.4.2.1. Kuro (malkų) kaloringumo nustatymas.....	30
2.4.2.2. Katilo nominalios galios nustatymas.....	30
2.4.2.3. Katilo naudingumo koeficiento η_k tiesioginio metodo nustatymas.....	33
2.4.2.4. Katilo naudingumo koeficiento η_k netiesioginio metodo nustatymas	34
2.4.3. Kinematiniai skaičiavimai.....	37
2.4.3.1. Kuro padavimo variklio ir reduktoriaus nustatymas	37
2.5. Automatizuoto centrinio šildymo katilo eksploataciniai reikalavimai	38
2.5.1. Įrenginio valdymas	38
2.5.2. Degiklio įkūrimas	38
2.5.3. Degimo reguliavimas	39
2.5.4. Kuro padavimo reguliavimas	39
2.5.5. Apsauga nuo avarinių režimų.....	41
2.5.5.1. Apsauga nuo perkaitimų.....	41
2.5.5.2. Kuro padavimo variklio apsauga	41
2.5.5.3. Bunkerio apsauga nuo liepsnos patekimo	41
2.5.5.4. Pavojų analizė ir jų pašalinimas.....	42
2.5.6. Įrenginio eksploatacija.....	42
2.5.6.1. Kuro padavimo darbo režimo pasirinkimas.....	42
2.5.6.2. Kuro papildymas	42

2.5.6.3.	Kūrenimo pabaiga	43
2.5.6.4.	Įrenginio valymas.....	43
3.	TECHNOLOGINĖ DALIS	43
3.1.	Gaminamos detalės analizė	43
3.1.1	Detalės paskirtis, jos konstrukcija	43
3.2.	Detalės brėžinio techninių sąlygų analizė.....	45
3.3.	Detalės technologiškumo analizė	46
3.4.	Ruošinio parinkimas skirtingiems gamybos tipams	46
3.4.1.	Ruošinio parinkimo principai	46
3.4.2.	Detalės ruošinio pagrindiniai gamybos tipai	47
3.4.3.	Detalės ruošinio parinkimas vienetinės ir serijinės gamybos atveju.	49
3.5.	Technologinių bazių parinkimas	52
3.6.	Detalės mechaninio apdirbimo kelio projektavimas	54
3.7.	Užlaidų analitinis skaičiavimas	55
3.8.	Pjovimo režimų skaičiavimas	59
3.9.	Technologinio proceso normavimas.....	70
4.	ŽMONIŲ IR APLINKOS SAUGA	76
4.1.	Saugumo technikos reikalavimai.....	76
4.2.	Katilo montavimas.....	76
4.3.	Priešgaisriniai reikalavimai	77
4.4.	Įrenginio elektrinės dalies prijungimo reikalavimai.....	78
4.5.	Kapiliarinių termostatų sumontavimas	78
4.6.	Valdymo skydo pajungimas.....	79
4.7.	Katilo utilizavimas.....	79
5.	EKONOMINĖ DALIS	80
5.1.	Projektuojamo gaminio savikainos kalkuliacija.....	80
5.1.1.	Projektavimo darbų sąnaudos.....	81
5.1.2.	Technologinis gamybos paruošimas.....	82
5.2.	Tiesioginės medžiagų sąnaudos	83
5.3.	Ilgalaikio turto vertė ir nusidėvėjimas	88
5.4.	Darbo užmokesčio išlaidų planavimas	90
5.5.	Netiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas	92
5.6.	Netiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas	93

6. IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	95
LITERATŪRA.....	96
PRIEDAI.....	98

LENTELIŲ SĄRAŠAS

2.1 lentelė. Pagrindiniai techniniai duomenys.....	14
2.2 lentelė. Pagrindiniai techniniai duomenys.....	16
2.3 lentelė. Pagrindiniai techniniai duomenys.....	18
2.4 lentelė. Pagrindiniai techniniai duomenys.....	20
2.5 lentelė. Įrenginio parametrai.....	24
2.6 lentelė. Pagal slėginių įrenginių techninį reglamentą.....	24
2.7 lentelė. Veikiantys faktoriai.....	24
2.8 lentelė. Informaciniai duomenys.....	25
2.9 lentelė. Duomenys skaičiavimui.....	25
2.10 lentelė. Informaciniai duomenys.....	26
2.11 lentelė. Duomenys skaičiavimui.....	26
2.12 lentelė. Informaciniai duomenys.....	27
2.13 lentelė. Duomenys skaičiavimui.....	27
2.14 lentelė. Informaciniai duomenys.....	28
2.15 lentelė. Duomenys skaičiavimui.....	28
2.16 lentelė. Informaciniai duomenys.....	29
2.17 lentelė. Duomenys skaičiavimui.....	29
2.18 lentelė. Bandymo metu panaudotos matavimo priemonės.....	31
2.19 lentelė. Katilo šiluminės galios bandymų duomenys.....	32
2.20 lentelė. Automatizuoto centrinio šildymo katilo bandymo duomenys.....	34
2.21 lentelė. Duomenys naudingo koeficiento apskaičiavimui, bei rezultatai.....	37
2.22 lentelė. Kuro padavimo sraigo judėjimo ir stovėjimo gamykliniai režimai.....	40
2.23 lentelė. Pavojų analizė ir jų pašalinimas.....	42
3.1 lentelė. Plieno C45 LST EN 10083-1 cheminė sudėtis.....	44
3.2 lentelė. Plieno C45 LST EN 10083-1 mechaninės savybės.....	44
3.3 lentelė. Užlaidų dydžiai.....	51
3.4 lentelė. Detalės apdirbimo technologinis maršrutas.....	54
3.5 lentelė. Pjovimo įrankiai.....	54
3.6 lentelė. Paviršiaus užlaidų lentelė.....	57
3.7 lentelė. Paviršiaus užlaidų lentelė.....	59
3.8 lentelė. Techninės charakteristikos.....	60
3.9 lentelė. Pjovimo režimai.....	69
3.10 lentelė. Techninio normavimo laikai.....	75

5.1 lentelė. Gaminio savikainos apskaičiavimas.....	80
5.2 lentelė. Projektavimo darbų laiko sąnaudos.....	81
5.3 lentelė. Projektuotojų darbo apmokėjimo sąnaudos.....	81
5.4 lentelė. Gaminio projektavimo sąnaudos.....	82
5.5 lentelė. Ruošinių gamybos technologijos darbo užmokesčio sąnaudos.....	82
5.6 lentelė. Mechaninio apdirbimo technologijos darbo užmokesčio sąnaudos.....	82
5.7 lentelė. Kitų technologinių procesų darbo užmokesčio sąnaudos.....	83
5.8 lentelė. Gaminio technologinio parengimo sąnaudos.....	83
5.9 lentelė. Pagrindinių medžiagų vertė.....	83
5.10 lentelė. Grįžtamų atliekų vertės skaičiavimas.....	85
5.11 lentelė. Pagalbinių medžiagų vertė.....	85
5.12 lentelė. Įsigyjamų pusgaminių, komplektuojamų gaminių vertės skaičiavimas.....	86
5.13 lentelė. Įrengimų poreikio ir jų galimumo skaičiavimas.....	88
5.14 lentelė. Ilgalaikio turto nusidėvėjimo skaičiavimas.....	90
5.15 lentelė. Vieno darbininko efektyvus metinis darbo laiko fondas.....	90
5.16 lentelė. Pagrindinių darbininkų pagrindinio darbo užmokesčio apskaičiavimas.....	91
5.17 lentelė. Tiesioginių darbo užmokesčio išlaidų skaičiavimas.....	91
5.18 lentelė. Vandens, sunaudoto gamybos tikslams, išlaidos.....	92
5.19 lentelė. Netiesioginės darbo užmokesčio išlaidos.....	92
5.20 lentelė. Patalpų šildymo išlaidos.....	92
5.21 lentelė. Patalpų apšvietimo išlaidos.....	93
5.22 lentelė. Bendrosios ir administracinės sąnaudos.....	93
5.23 lentelė. Atlyginimų ir socialinio draudimo sąnaudos.....	93
5.24 lentelė. Patalpų nuomos sąnaudos.....	94

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

2.1 pav. Katilas su mechanine pakūra.....	15
2.2 pav. Katilas su mechanine pakūra „Kalvis - KSM 275 -18 LT	17
2.3 pav. Katilas su mechanine pakūra „Kalvis -2 - 40 DG”.....	19
2.4 pav. Katilas su mechanine pakūra „Kalvis - 3 MPP“	21
2.5 pav. Schema katilo su mechanine pakūra.....	23
2.6 pav. Katilo valdymo pultas, montuojamas ant katilo.....	23
2.7 pav. Skydo vaizdas iš priekio.....	25
2.8 pav. Skydo vaizdas iš šono.....	26
2.9 pav. Šoninė katilo sienelė.....	27
2.10 pav. Smeigė.....	30
2.11 pav. Kinematinė schema.....	38
2.12 pav. Valdymo pulto displėjus.....	41
2.13 pav. Valdymo pulto displėjus.....	41
2.14 pav. Valdymo pulto displėjus.....	41
2.15 pav. Valdymo pulto displėjus.....	41
3.1 pav. Detalės eskizas su paviršių numeracija.....	45
3.2 pav. Detalės paviršių apdirbimo maršrutai.....	53
3.3 pav. Tekinimo automatas „Hyundai - Kia SKT 15 LM“.....	60
3.4 pav. Grubaus tekimo peilis su kietlydinio plokšte.....	61
3.5 pav. Grubaus tekimo peilis su kietlydinio plokšte.....	65
4.1 pav. Avarinio gesinimo sistema.....	78
4.2 pav. Valdymo skydo prijungimo schema.....	79

IŽANGA

Sparčiai auga individualių gyvenamųjų namų kvartalai, sodų bendrijose vis didėja nuolat gyvenančių žmonių. Statantieji ar rekonstruojantieji namus svajoja apie gražų, komfortišką ir, be abejo, šiltą būstą. Kiekvienas šeimininkas svarsto, skaičiuoja, kiek gi kainuos naujojo namo eksploatacija, mąsto, kaip padaryti, kad išlaidos būtų kuo mažesnės, o gyvenimo sąlygos kuo geresnės. Jau rengiant namo projektą reikia numatyti visas detales, ir geriausia tai padaryti pasitarus su specialistais. Svarbu nuspręsti, kuo ir kaip šildysite patalpas, nes nuo jūsų teisingo pasirinkimo priklausys ne tik aplinka jūsų namuose, bet tai turės įtakos ir jūsų išlaidoms.

Vienas iš pigiausių ir švariausių būdų apšildyti namus – įsigyti kieto kuro katilą. Nemažai gyventojų ir pasirenka būtent šį šildymo būdą. Tačiau daugelis gyventojų susirūpina savo būsto šildymu prasidėjus šildymo sezonui, ir tik tuomet kreipiasi į gamintojus [21].

UAB „Kalvis“ gamina buitinius 6-5000 kW kieto kuro katilus skirtus buitinių, administracinių, visuomeninių ar gamybinių 20-50000 m² dydžio patalpų apšildymui. Naudojamas kuras: malkos, medienos atliekos, akmens anglis, pjuvenų ir durpių briketai, granulės, drožlės, grūdai ir t.t. Tai šiuolaikinio dizaino gaminiai turintys aukštus ekonominius ir ekologinius rodiklius.

Kursinio projekto tema yra automatizuotas centrinio šildymo katilas, kurį gamina UAB „Kalvis“. Automatizuotas centrinio šildymo katilas, tai centrinio šildymo kieto kuro katilas skirtas gyvenamųjų patalpų su įrengta centrinio šildymo sistema apšildymui. Kieto kuro katilo tobulinimas yra neatsiejama dalis norint užtikrinti didesnę katilo efektyvumą ir įmonės pardavimų našumą.

Pagrindinis šio kursinio projekto uždavinys, suprojektuoti kieto kuro katilą su mechaniniu kuro padavimu, kad baigiantis degti kurui, jis automatiškai būtų paduodamas į katilą ir kad katilas degtų kuo ilgesnį laiką. Tam tikslui buvo pasirinktas vienas iš UAB „Kalvis“ įmonės katilų modelių kuris neatitinka vartotojų poreikių.

Šiame darbe suprojektuotas ir aprašytas automatizuotas centrinio šildymo katilas, pateikta jo paskirtis, pateikti techniniai – ekonominiai rodikliai, atlikta konstrukcinių variantų analizė, techniniai skaičiavimai (paskaičiuoti stipruminiai sienelių skaičiavimai, paskaičiuotas šilumos srautas sklindantis per sienelę, atlikti bandymai kurie padėjo nustatyti katilo nominalią galią bei katilo naudingumo koeficientą), išanalizuota ir pateikta vienos detalės gamybos technologija, atlikti ekonominiai skaičiavimai, padarytos išvados bei pateikti pasiūlymai.

Projektuojant universalų kieto kuro katilą pasinaudota informacija UAB „Kalvis“ dirbančių darbuotojų, bei technikos direktoriaus Renardo Kondratavičiaus turima informacija. Pasinaudota Šiaulių universiteto technologijos fakulteto biblioteka, katedros metodinė medžiaga, išnagrinėta mokslinė ir techninė literatūra, atlikta patentinė paieška, naudotos internetinės paieškos sistemos.

1. Techniniai – ekonominiai rodikliai

Techniniai rodikliai:

- Katilo tipas – Automatizuotas centrinio šildymo katilas,
- Galia – 50 kW,
- Naudingo veikimo koeficientas dirbant nominalia galia ne mažiau kaip – 87%,
- Apšildomas plotas (esant pastato šiluminės varžos koeficientui 2,5) - 220 iki 700 m²,
- Gabaritiniai matmenys (ilgis x plotis x aukštis) – 1950x1300x3350 mm.,
- Masė (netto) ne didesnė kaip – 800 kg.

Ekonominiai rodikliai:

- Gamybos programa – 400 vnt.,
- Gamybos laikas – 1,5 mėn.,
- Gamybinių patalpų plotas – 200 m²,
- Naudojamų įrengimų skaičius – 23,
- Darbuotojų skaičius – 22
- Pagaminto gaminio savikaina – 14575,36 Lt,
- Preliminari universalus kieto kuro katilo pardavimo kaina – 21000 Lt.

2. KONSTRUKCINĖ DALIS

2.1. Automatizuoto centrinio šildymo katilo paskirtis

Centrinio šildymo universalus kieto kuro katilas skirtas gyvenamų patalpų, su įrengta centrinio šildymo sistema, apšildymui

Norint nepertraukiamai ir tolygiai palaikyti šilumą būste vartotojas pasirinkdavo dujinį, elektrinį ar kitokį šildymo būdą. Kiti šildymo būdai kur kas neekonomiškesni ir daugelis vartotojų rinkdavosi kietu kuru šildymo katilus. Tačiau šis suprojektuotas katilas puikus sprendimas tiek kainos atžvilgiu tiek naudojamu kuru, kadangi jame yra įmontuotas traukos reguliatorius, kuris palaikys norimą temperatūrą vartotojų būste.

Šis automatizuotas centrinio šildymo katilas atitinka standartą LST EN 303-5 kuris nurodo šio katilo aukštą kokybę.

2.2. Automatizuoto centrinio šildymo katilo konstrukcinių variantų analizė

Manau daugeliui vartotojų besirūpinančiu savo būstu kyla toks klausimas: Kokį kieto kuro katilą pasirinkti? Kaip iš visų užsienietiškų taip pat ir lietuviškų katilų gamintojų firmų, tokių kaip „BUDERUS“, „VIADRUS“, „DAKON“, „ATRAMA“, „KALVIS“, „VIENYBĖ“ išsirinkti tinkamiausią? Nėra geresnės ar blogesnės katilų gamintojų firmos. Reikėtų atsižvelgti į keletą kriterijų, kurie lemia pasirinkimą. Visų pirma - tai kokį kurą naudosime ateityje. Šiai dienai yra įvairiausių katilų rūšių, atsižvelgiant į jų naudojamąjį kurą. Štai kai kurių katilų charakteriniai požymiai. Anglimi kūrenami katilai charakterizuojasi didele karšto oro recirkuliacija, atsiradusią dėl kuro degimo ir tuo tarpu didelių naudingumo koeficientų. Koksiniai katilai yra daug paprastesnės konstrukcijos, kadangi koksas yra „kaloringas“ kuras, kuris nesudega taip greitai. Didžiausiu naudingumo koeficientu ir ilgiausiu degimo laiku pasižymi katilai su automatiniu kuro padavimu. Pilna automatika leidžianti visiškai kontroliuoti degimo procesą paverčia tuos katilus patogiausiais ir ekonomiškiausiais tarp visų kieto kuro katilų. Jų kaina priklauso nuo automatikos lygio ir nuo gamintojo. Šiuos katilus galima priskirti prie brangiausių katilų rinkoje. Parenkant kieto kuro katilą, svarbu yra jo „ilgaamžiškumas“. Kietiniai katilai (nors trumpiau dega, iki 7 val.) , tarnauja daug ilgiau negu plieniniai. Špyžinio katilo gerai sumontuotoje katilinėje turėtų užtekti 15-19 metams. Katilų naudingumo koeficientas yra apie 78-87%. Tai pat, nereikia pamiršti, kad kokybiškai sumontuota katilinė yra svarbiausia ilgalaikio katilo tarnavimo sąlyga.

Šiame skyriuje analizuojami trys tos pačios firmos katilų variantai:

1. Katilas su mechanizuota pakūra,
2. Katilas su mechanizuota pakūra Kalvis - KSM 275 - 18 LT,

3. Katilas su mechanizuota pakūra Kalvis - 2 - 40 DG,
4. Katilas su mechanizuota pakūra Kalvis - 3 MPP. [16].

Variantui parinkti nagrinėjami keli skirtingi tos pačios paskirties ir firmos katilai ir parenkamas optimaliausias variantas atitinkantis ekonominius, ergonominius, sveikatos bei aplinkos saugos kriterijus.

I. variantas. Katilas su mechanine pakūra.

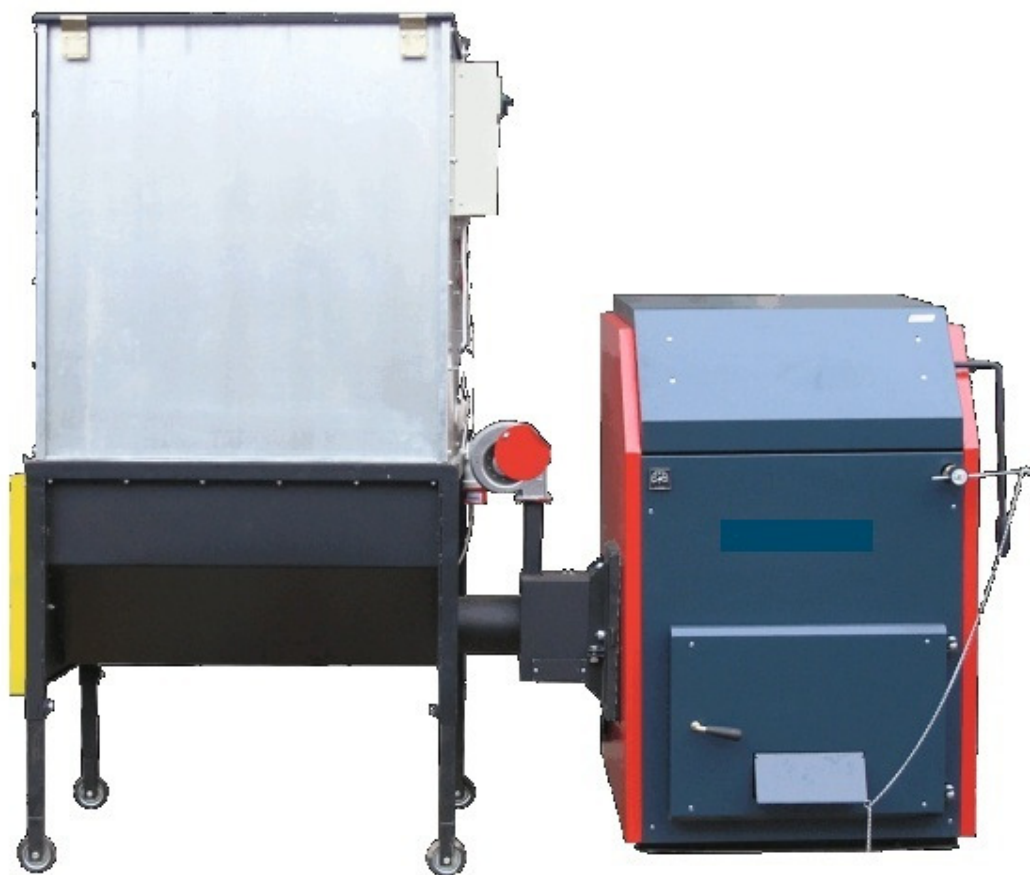
2.1 lentelė

Pagrindiniai techniniai duomenys

Galia, kW		50
Galios reguliavimo ribos, kW		15...50
Naudingo veikimo koeficientas dirbant nominalia galia ne mažiau kaip, %		87
Apšildomas plotas (esant pastato šiluminės varžos koeficientui 2,5), m ²		220...700
Naudojamas kuras		Kapojai
Kuro sąnaudos kg/val. (m ³ /val.)	Medienos skiedros (3,3 kWh/kg, 300 kg/m ³)	5,4...18
Rekomenduojamas kuro frakcija iki, cm		5
Naudojamo kuro drėgnumas iki, %		30
Vandens tūris katile, l		186
Maksimalus darbinis vandens slėgis katile, MPa (kgf/cm ²)		0,15 (1,5)
Minimali katilo grįžtamo vandens temperatūra eksploatacijos metu, °C		60
Maksimali leistina vandens temperatūra, °C		90
Vandens temperatūros reguliavimo diapazonas katile, °C		60...90
Minimali trauka pakuroje, Pa(7*)		25
Rekomenduojami kamino matmenys	Diametras, mm	198
Gabaritiniai matmenys be bunkerio, mm	aukštis (H)	1950
	plotis (B)	1300
	gylis (L)	3350
Bunkerio talpa, m ³ (5*)		0,9
Masė (netto) ne didesnė kaip, kg		800
Elektrinis galingumas (variklis + ventiliatorius)		0.67
Įrenginio elektrinės apsaugos laipsnis		IP 55

5* pagal užsakymą galima komplektuoti 1; 2; 4 arba 6 m³ bunkeriais

7* Jei mažesnė, rekomenduojama naudoti dūmsiurbę



2.1 pav. Katilas su mechanine pakūra.

Katilas su mechanine pakūra privalumai

1. Apsauga nuo avarinių režimų,
2. Efektyvus kuro panaudojimas,
3. Gedimų diagnostika,
4. Korpuso sienelių storis 6 mm,
5. Lengvas ir patogus katilo valymas,

6. Programuojamas valdymo pultas ,užtikrina ir kontroliuoja:
- optimalaus šilumos kiekio pagaminimą
7. Stabilus degimo procesas esant minimaliam galingumui,
8. Automatinis kuro padavimas iš bunkerio į katilą,
9. Kaina: 21 000.00 Lt.

II. Variantas. Katilas su mechanine pakūra Kalvis - KSM 275 - 18 LT

2.2 lentelė

Pagrindiniai techniniai duomenys

Galia, kW		22
Nominali galia (Q_n), kW	- kūrenant medienos granulėmis(2*)	22
Naudingo veikimo koeficientas dirbant nominalia galia ne mažiau kaip, %		87
Apšildomas plotas (esant pastato šiluminės varžos koeficientui 2,5), m ²		70...260
Rekomenduojama darbinė aplinkos temperatūra, °C		3...60
Naudojamas kuras		Pjuvenų, durpių granulės 6 - 8mm. Užkraunant rankomis: malkos, medienos atliekos, pjuvenų - durpių briketai, akmens anglis
Kuro sąnaudos kg/val. (m ³ /val.)	medienos pjuvenų granulės (kaloringumas 5kWh/kg) (6*)	5,4
Rekomenduojamas kuro frakcija iki, cm		38
Naudojamo kuro drėgnumas iki, %		30
Vandens tūris katile, l		90
Maksimalus darbinis vandens slėgis katile, MPa (kgf/cm ²)		0,15 (1,5)
Bandymų slėgis, MPa (kgf/cm ²)		0,4 (4)
Minimali katilo grįžtamo vandens temperatūra eksploatacijos metu, °C		65
Maksimali leistina vandens temperatūra, °C		90
Minimali trauka pakuroje, Pa(7*)		18
Rekomenduojami kamino matmenys	Diametras, mm	153
Gabaritiniai matmenys be bunkerio, mm	aukštis (H)	1480
	plotis (B)	1250
	gylis (L)	1450
Katilo dūmtakio išorinis matmuo, mm		190
Bunkerio talpa, m ³ (5*)		0,47
Masė (netto) ne didesnė kaip, kg		410
El. galia 230 V 50 Hz ne daugiau kaip, W		1000 + 670

2* Priklausomai nuo kuro kokybės

5* Pagal užsakymą galima komplektuoti 1; 2; 4 arba 6 m³ bunkeriais

6* Skaičiuojant metinį poreikį reikia įvertinti, kad katilas, įskaitant gesinimą ir valymą paroje dirba 70% laiko nominalia galia. Apšildymo sezonas metuose - 199 dienos

7* Jei mažesnė, rekomenduojama naudoti dūmsiurbę



2.2 pav. Katilas su mechanine pakūra Kalvis - KSM 275 - 18 LT^{cc}.

Katilas su mechanine pakūra Kalvis - KSM 275 - 18 LT privalumai:

1. Aukštas naudingo veikimo koeficientas,
2. Avarinė gesinimo sistema,

3. Ekologiškas kuras - pjuvenų granulės,
4. Gedimų diagnostika,
5. Korpuso sienelių storis - 6 mm,
6. Patogus aptarnavimas,
7. Automatinis kuro padavimas iš bunkerio į katilą,
8. Stabilus degimo procesas visame galios diapazone,
9. Degimo zonos apsauga nuo šlako susidarymo,
10. Automatinis optimalaus režimo palaikymas naudojant liamda zoną,
11. Galimybė savaitei užprogramuoti temperatūrinius režimus,
12. Kaina: 9000.00 Lt.

III. variantas. Katilas su mechanine pakūra Kalvis - 2 - 40 DG

2.3 lentelė

Pagrindiniai techniniai duomenys

Galia, kW		40
Nominali galia (Q_n), kW	- kūrenant medienos granulėmis (2*)	40
Minimali galia (Q_{min}), kW (3*)		20
Naudingo veikimo koeficientas dirbant nominalia galia ne mažiau kaip, %		87
Apšildomas plotas (esant pastato šiluminės varžos koeficientui 2,5), m ²		250...500
Katilo klasė pagal LST EN 303 - 5 / TOCT 9817 - 95		3
Naudojamas kuras		6 - 8 mm pjuvenų granulės. Užkraunant rankomis: malkos, medienos atliekos, pjuvenų - durpių briketai, akmens anglis
Kuro sąnaudos kg/val. (m ³ /val.)	medienos pjuvenų granulės (kaloringumas 5 kWh/kg) (6*)	10,4
Vandens tūris katile, l		116
Maksimalus darbinis vandens slėgis katile, MPa (kgf/cm ²)		0,15 (1,5)
Minimali katilo grįžtamo vandens temperatūra eksploatacijos metu, °C		57
Maksimali leistina vandens temperatūra, °C		100
Vandens temperatūros reguliavimo diapazonas katile, °C		65...90
Minimali trauka pakuroje, Pa(7*)		25
Išmetamų dūmų temperatūra iki, °C	- dirbant nominalia galia (Q_N)	225
	- dirbant minimalia galia (Q_{min})	171
Rekomenduojami kamino matmenys	diametras, mm	178
Gabaritiniai matmenys be bunkerio, mm	aukštis (H)	1485
	plotis (B)	845
	gylis (L)	1550
Pakuros tūris, dm ³ (l)		220

Bunkerio talpa, m ³ (5*)	0,47...2
Masė (netto) ne didesnė kaip, kg	571
El. galia, 230 V 50 Hz ne daugiau kaip, W	400 + 40
Irenginio elektrinės apsaugos laipsnis	IP 40

2* Priklausomai nuo kuro kokybės

3* Kūrenant 18-20 % drėgnumo beržinėmis malkomis. Kūrenti malkomis, kurių drėgnumas didesnis už 30% nerekomenduojama.

5* Pagal užsakymą galima komplektuoti 1; 2; 4 arba 6 m³ bunkeriais

6* Skaičiuojant metinį poreikį reikia įvertinti, kad katilas, įskaitant gesinimą ir valymą paroje dirba 70% laiko nominalia galia. Apšildymo sezonas metuose - 199 dienos.

7* Jei mažesnė, rekomenduojama naudoti dūmsiurbę



2.3 pav. Katilas su mechanine pakūra Kalvis - 2 - 40 DG

Katilas su mechanine pakūra Kalvis - 2 - 40 DG privalumai:

1. Apsauga nuo avarinių režimų,
2. Ekologiškas kuras - pjuvenų granulės,
3. Galimybė kūrenti malkas ir kitą kietą kurą,
4. Gedimų diagnostika,
5. Į katilus įmontuotas švediškas degiklis PellX,
6. Korpuso sienelių storis - 6 mm,
7. Lengvas ir patogus katilo valymas,
8. Mechanizuotas granuliuito kuro padavimas iš bunkerio,
9. Programuojamas valdymo pultas užtikrina ir kontroliuoja:
 - optimalaus šilumos kiekio pagaminimą,
10. Stabilus degimo procesas esant minimaliam galingumui,
11. Kaina: 18 270.00 Lt.

IV. variantas. Katilas su mechanine pakūra Kalvis - 3 MPP

2.4 lentelė

Pagrindiniai techniniai duomenys

Galia, kW		34
Nominali galia (Q_n), kW	- kūrenant medienos granulėmis (2*)	34
Naudingo veikimo koeficientas dirbant nominalia galia ne mažiau kaip, %		80
Apšildomas plotas (esant pastato šiluminės varžos koeficientui 2,5), m^2		200...350
Naudojamas kuras		Pjuvenų, durpių granulės 6 - 8 mm. Užkraunant rankomis: malkos, medienos atliekos, pjuvenų - durpių briketai, akmens anglis
Kuro įkrovos degimo trukmė, val.	dirbant nominalia galia (3*)	115
Kuro sąnaudos (apytiksliai sezonui)	granulės, t (6*)	10...12
Maksimalus darbinis vandens slėgis katile, MPa (kgf/cm^2)		0,15 (1,5)
Minimali katilo grįžtamo vandens temperatūra eksploatacijos metu, °C		65
Maksimali leistina vandens temperatūra, °C		90
Vandens temperatūros reguliavimo diapazonas katile, °C		70...90
Minimali trauka pakuroje, Pa(7*)		15
Gabaritiniai matmenys, mm	aukštis (H)	1390
	plotis (B)	1290
	gylis (L)	2260
Bunkerio talpa, m^3 (5*)		0,47
Masė (netto) ne didesnė kaip, kg		690

Elektrinis galingumas (variklis + ventiliatorius)	90 + 57
Įrenginio elektrinis apsaugos laipsnis	IP 40
Viryklės lankainiai, kompl.	2

2* Priklausomai nuo kuro kokybės

3* Kūrenant 18-20 % drėgnumo beržinėmis malkomis. Kūrenti malkomis, kurių drėgnumas didesnis už 30% nerekomenduojama.

5* Pagal užsakymą galima komplektuoti su 1; 2; 4 arba 6 m³ bunkeriais

6* Skaičiuojant metinį poreikį reikia įvertinti, kad katilas, įskaitant gesinimą ir valymą paroje dirba 70% laiko nominalia galia. Apšildymo sezonas metuose - 199 dienos

7* Jei mažesnė, rekomenduojama naudoti dūmsiurbę



2.4 pav. Katilas su mechanine pakūra Kalvis - 3 MPP

Katilas su mechanine pakūra Kalvis - 3 MPP privalumai:

1. Apsauga nuo avarinių režimų,
2. Ekologiškas kuras - pjuvenų granulės,
3. Galimybė kūrenti malkas ir kitą kietą kurą,
4. Gedimų diagnostika,
5. Korpuso sienelių storis - 6 mm,
6. Lengvas ir patogus katilo valymas,
7. Mechanizuotas granuluoto kuro padavimas iš bunkerio,
8. Programuojamas valdymo pultas užtikrina ir kontroliuoja:
 - optimalaus šilumos kiekio pagaminimą,
9. Stabilus degimo procesas esant minimaliam galingumui,
10. Kaina: 17 270.00 Lt.

Išvada.

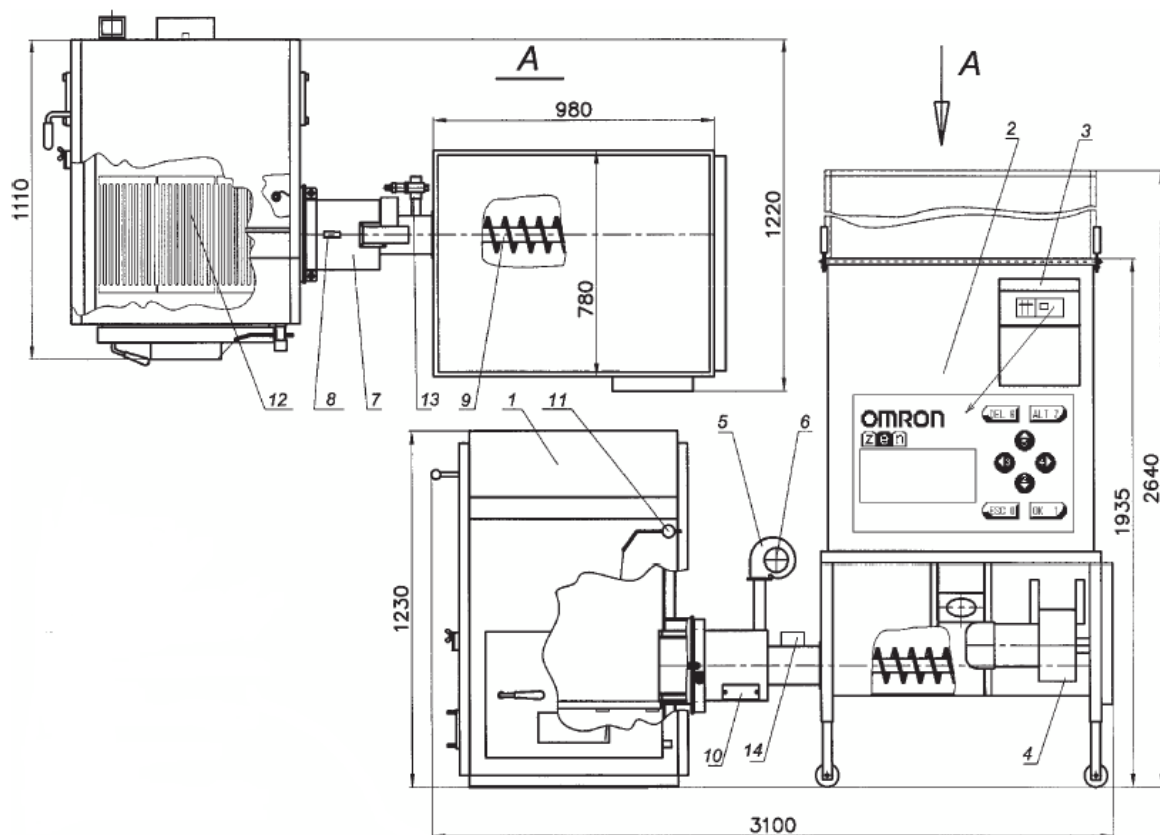
Įvertinus I, II, III ir IV variantų privalumus ir trūkumus bei jų technines charakteristikas taip pat atsižvelgiant į ekonominius, ergonominius, sveikatos bei aplinkos saugos kriterijus pasirenkamas I variantas ir toliau atliekami šio įrenginio techniniai skaičiavimai.

2.3. Automatizuoto centrinio šildymo katilo konstrukcijos aprašymas ir pagrindimas

Katilas (1) (žr. 2.5 pav.) yra specialiai pritaikytas dirbti su degikliu. Degiklio korpusą (7), suvirintą iš specialaus plieno lakštų, sudaro išorinis ir vidinis apvalkalas, tarp kurio sienelių ventiliatoriumi paduodamas įkaista oras patekdamas į degimo zoną. Apatinėje degiklio dalyje yra išvalymo dangtelis (10).

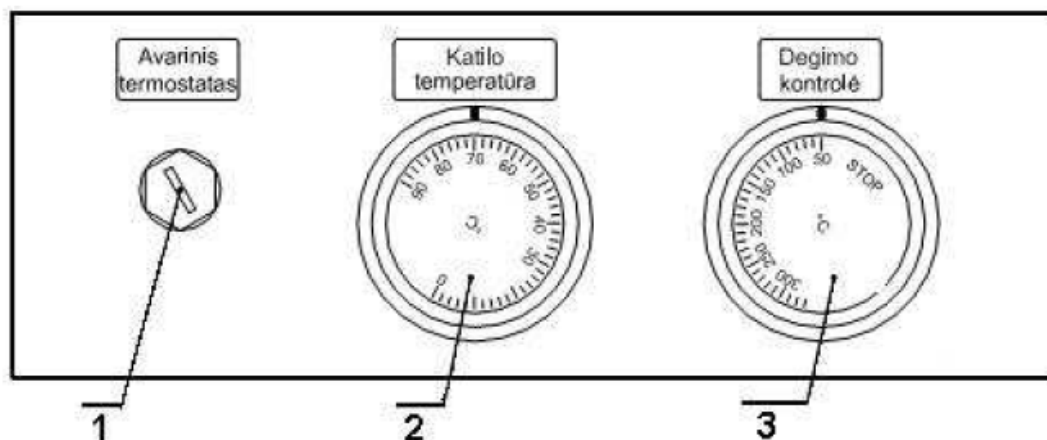
Prie degiklio viršutinės dalies sumontuotas oro padavimo ventiliatorius (5). Ant degiklio viršutinės dalies tvirtinamas degiklio kontrolės termostato kapiliaras (6).

Bunkeris (2) su straigtu (9) skirtas kuro talpinimui ir padavimui į degiklį. Pavaros sraigto pradžioje sumontuotas motoreduktorius su varikliu 0,25 kW/1390 aps/min (4).[18].



2.5 pav. Schema katilas su mechanine pakūra.

1 – Katilas, 2 – Bunkeris, 3 - Valdymo pultas, 4 - Sraigto pavara, 5 - Oro padavimo ventiliatorius, 6 - Oro reguliavimo sklendė, 7 - Degiklis, 8 - Degiklio perkaitimo daviklis, 9 - Kuro padavimo sraigtas, 10 - Degiklio pelenų išvalymo anga, 11 - Traukos reguliatorius, 12 - Ardeliai, 13 - Avarinio gesinimo sistema, 14 - Priešgaisrinis termostatas.



2.6 pav. Katilo valdymo pultas, montuojamas ant katilo.

1 - Avarinis termostatas (atstatymo mygtukas po dangteliu), 2 - Darbinis termostatas - juo nustatoma katilo pageidaujama temperatūra, 3 - Degimo kontrolės termostatas - rekomenduotina jį nustatyti 5 °C temperatūrai.

2.4. Automatizuoto centrinio šildymo katilo techniniai skaičiavimai

2.4.1. Stiprumo skaičiavimai

Skaičiavimui pasirinktas automatizuotas centrinio šildymo katilas su mechaniniu kuro padavimu. Aprašymas ir techniniai duomenys buvo pateikiami ankstesniuose skyreliuose.

2.5 lentelė

Įrenginio parametrai

Darbinis slėgis, p_d , MP	$p_d = 0,15$
Skaičiuojamas slėgis, p_{sk} , MP	$p_{sk} = 0,2$
Darbinės terpės (vandens) temperatūra, t_m , °C	$t_m = 100$

2.6 lentelė

Pagal slėginių įrenginių techninį reglamentą

Katilas	- nulinės kategorijos agregatas,
Terpė	- antros grupės.

2.7 lentelė

Veikiantys faktoriai

p	- slėgis,
t	- temperatūra.

Papildomų momentų ir reaktyviųjų jėgų nėra, ugnis konstrukcijai įtakos neturi, nes sienelės iš kitos pusės yra aušinamos apšildymo sistemos vandeniu.

Medžiagų nuovargis nevertinamas.

Tarnavimo laikas 10 metų.

Plienui Vst 3sp, GOST 380-94 takumo riba $R_{et} = 235$ MPa, stiprumo riba $R_m = 370 - 480$ MPa. Pagal slėginių indų techninį reglamentą, 1 priedas, p. 7.1.2., kai veikia tik statinės apkrovos leistini įtempimai $\sigma = 2/3$, $R_{et} = 156$ MPa, $\sigma = 5/12$, $R_m = 154$ MPa, mes parenkame leistinus įtempimus pagal temperatūrą:

- kai $t = 20 \div 50$ °C, tai $\sigma = 140$ MPa,

- kai $t = 200$ °C, tai $\sigma = 117$ MPa.

Tuo užtikriname skaičiuotės patikimumą.

2.4.1.1. Skydo storio nustatymas

2.8 lentelė

Informaciniai duomenys

Skaiciavimo rūšis	Skydo storio nustatymas
Medžiaga	Plienas Vst 3sp, GOST 380-94

2.9 lentelė

Duomenys skaičiavimui

Priimtas nominalus sienelės storis, S_p , mm	$S_p = 4,0$
Skaiciuojamoji sienelės temperatūra (faktinė), t, °C	t = 100
Leistinasis sienelės medžiagos įtempis, $[\sigma]$, MPa	$\sigma = 132$
Didžiausio apskritimo, kurį galima įbrėžti tarp tvirtinimo elementų, skersmuo, d_0 , mm	$d_0 = 220$
Suminis sienelės priedas, c, mm	c = 1,0

Skaiciavimo rezultatai:

Apskaičiuotas viršutinio bloko sienelės storis, S_{sk} , mm:

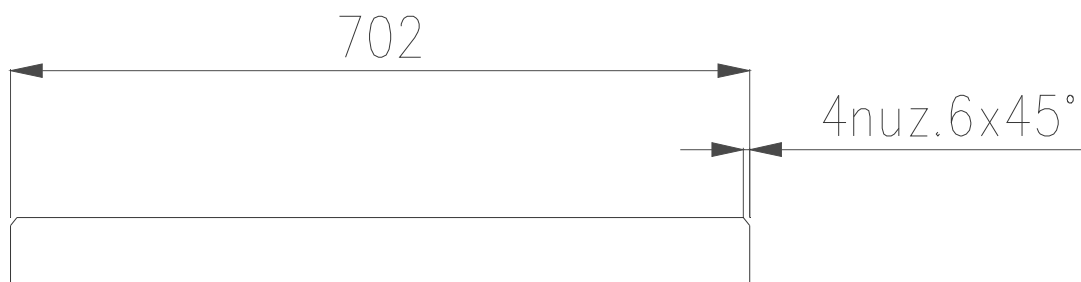
$$S_{sk} = 0,35d_0\sqrt{\frac{p_{sk}}{\sigma}} + c, \quad (2.1)$$

$$S_{sk} = 0,35 \cdot 220\sqrt{\frac{0,2}{132}} + 1,$$

$$S_{sk} = 3,99\text{mm}.$$



2.7 pav. Skydo vaizdas iš priekio.



2.8 pav. Skydo vaizdas iš šono.

Išvada:

Priimtas sienelės storis $S_p = 4,0$ ($S_{sk} = 3,99$) mm – pakankamas.

2.4.1.2. Šono storio nustatymas

2.10 lentelė

Informaciniai duomenys

Skaičiavimo rūšis	Šono storio nustatymas
Medžiaga	Plienas Vst 3sp, GOST 380-94

2.11 lentelė

Duomenys skaičiavimui

Priimtas nominalus sienelės storis, S_p , mm	$S_p = 6,0$
Skaičiuojamoji sienelės temperatūra (faktinė), t, °C	t = 150
Leistinasis sienelės medžiagos įtempis, $[\sigma]$, MPa	$\sigma = 125$
Didžiausio apskritimo, kurį galima įbrėžti tarp tvirtinimo elementų, skersmuo, d_0 , mm	$d_0 = 220$
Suminis sienelės priedas, c, mm	c = 1

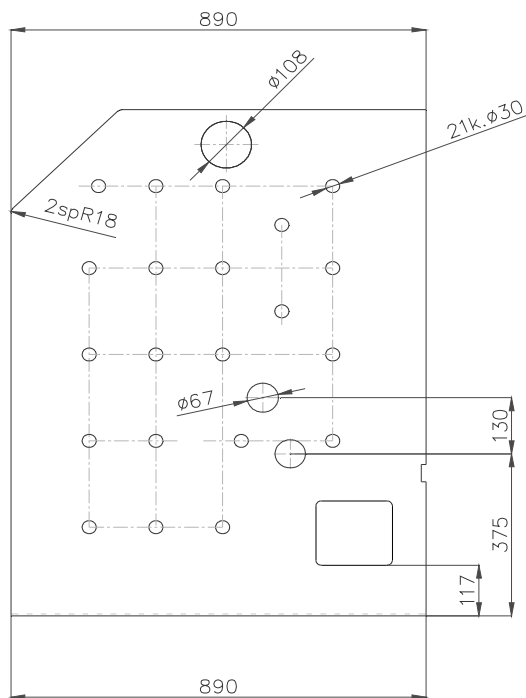
Skaičiavimo rezultatai:

Apskaičiuotas viršutinio bloko sienelės storis, S_{sk} , mm:

$$S_{sk} = 0,35d_0\sqrt{\frac{p_{sk}}{\sigma}} + c, [\text{mm}], \quad (2.2)$$

$$S_{sk} = 0,35 \cdot 220 \sqrt{\frac{0,2}{125}} + 1,$$

$$S_{sk} = 4,08 \text{ mm}.$$



2.9 pav. Šoninė katilo sienelė.

Išvada:

Priimtas sienelės storis $S_p = 6,0$ ($S_{sk} = 4,08$) mm – pakankamas.

2.4.1.3. Išorinių marškinių sienelės storio nustatymas

2.12 lentelė

Informaciniai duomenys

Skaiciavimo rūšis	Išorinių marškinių sienelės storio nustatymas
Medžiaga	Plienas Vst 3sp, GOST 380-94

2.13 lentelė

Duomenys skaičiavimui

Priimtas nominalus sienelės storis, S_p , mm	$S_p = 4,0$
Skačiuojamoji sienelės temperatūra (faktinė), t, °C	t = 100
Leistinasis sienelės medžiagos įtempis, $[\sigma]$, MPa	$\sigma = 132$
Didžiausio apskritimo, kurį galima įbrėžti tarp tvirtinimo elementų, skersmuo, d_0 , mm	$d_0 = 220$
Suminis sienelės priedas, c, mm	c = 1

Skaičiavimo rezultatai:

Apskaičiuotas įšorinių marškinių sienelės storis, S_{sk} , mm:

$$S_{sk} = 0,35d_0 \sqrt{\frac{p_{sk}}{\sigma}} + c, [\text{mm}] \quad (2.3)$$

$$S_{sk} = 0,35 \cdot 220 \sqrt{\frac{0,2}{132}} + 0,5,$$

$$S_{sk} = 3,99 \text{ mm}.$$

Išvada:

Priimtas sienelės storis $S_p = 4,0$ ($S_{sk} = 3,99$) mm – pakankamas.

2.4.1.4. Skydo sienelės storio nustatymas

2.14 lentelė

Informaciniai duomenys

Skaičiavimo rūšis	Skydo sienelės storio nustatymas
Medžiaga	Plienas Vst 3sp, GOST 380-94

2.15 lentelė

Duomenys skaičiavimui

Priimtas nominalus sienelės storis, S_p , mm	$S_p = 4,0$
Skaičiuojamoji sienelės temperatūra (faktinė), t, °C	t = 100
Leistinasis sienelės medžiagos įtempis, $[\sigma]$, MPa	$\sigma = 132$
Didžiausio apskritimo, kurį galima įbrėžti tarp tvirtinimo elementų, skersmuo, d_0 , mm	$d_0 = 220$
Suminis sienelės priedas, c, mm	c = 1,0

Skaičiavimo rezultatai:

Apskaičiuotas viršutinio bloko sienelės storis, S_{sk} , mm

$$S_{sk} = 0,35d_0 \sqrt{\frac{p_{sk}}{\sigma}} + c, [\text{mm}] \quad (2.4)$$

$$S_{sk} = 0,35 \cdot 220 \sqrt{\frac{0,2}{132}} + 1,$$

$$S_{sk} = 3,99mm.$$

Išvada:

Priimtas sienelės storis $S_p = 4,0$ ($S_{sk} = 3,99$) mm – pakankamas.

2.4.1.5. Smeigės skersmens nustatymas

2.16 lentelė

Informaciniai duomenys

Skaičiavimo rūšis	Smeigės skersmens nustatymas
Medžiaga	Plienas Vst 3sp, GOST 380-94

2.17 lentelė

Duomenys skaičiavimui

Priimtas nominalus smeigės diametras, d_p , mm	$d_p = 12$
Skaičiuojamoji smeigės temperatūra (faktinė), t, °C	t = 100
Leistinasis medžiagos įtempis, $[\sigma]$, MPa	$\sigma = 130$
Didžiausio apskritimo, kurį galima įbrėžti tarp tvirtinimo elementų, skersmuo, d_0 , mm	$d_0 = 220$

Skaičiavimo rezultatai:

Įtempimai:

$$\sigma_{sk} = \frac{P}{F_{sm}} \quad (2.5)$$

$$\sigma_{sk} = \frac{759.88}{1.13}$$

$$\sigma = 679,46 \text{ kg/cm}^2 = 67,94 \text{ MPa}$$

Jėga tenkanti smeigėi:

$$P = \frac{p_{sk} \Pi d_0^2}{4};$$

$$P = \frac{0.2 * 3.14 * 220^2}{4} \quad P = 759,88 \text{ kg}$$

Smeigės skerspjuvio plotas:

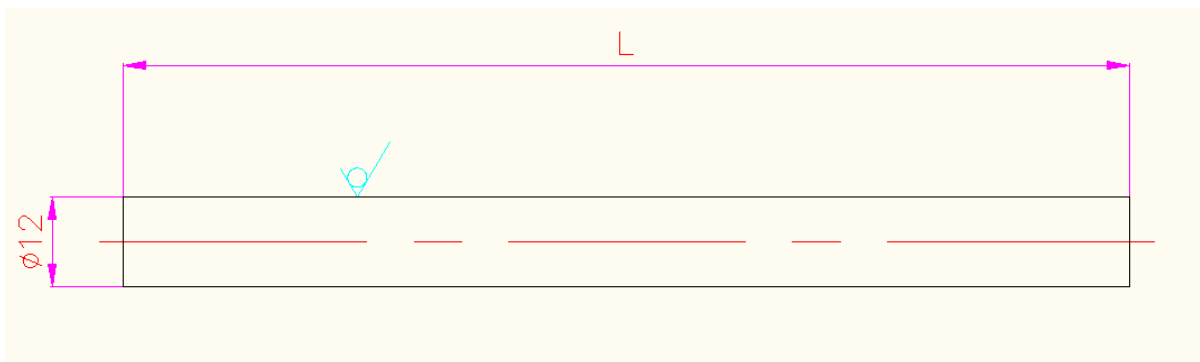
$$F_{sm} = \frac{\Pi d_p^2}{4}$$

$$F_{sm} = \frac{3.14 * 12^2}{4} \quad F_{sm} = 1,13 \text{ cm}^2$$

Išvada:

$67,94 < 130,00$. Atsargos koeficientas = 1,913

Smeigės skersmuo parinktas teisingai.



2.10 pav. Smeigė.

2.4.2. Šiluminiai skaičiavimai

2.4.2.1. Kuro (malkų) kaloringumo nustatymas

Katilo bandymams buvo naudojamos uosinės malkos. Pagal ĮST 144948958-13:2004, p. 15.4.9 metodiką atlikus kuro drėgnumo matavimus, paskaičiuotas vidutinis kuro drėgnumas $w = 19\%$.

Kuro žemutinis kaloringumas Q_z^d paskaičiuojamas:

$$Q_z^d = \frac{Q_m (100 - w) - 2,44 \cdot w}{100}, [MJ / kg], \quad (2.6)$$

čia: Q_z^d - kuro žemutinis kaloringumas, MJ/kg,

$Q_m = 18,5$ - sausų uosinių malkų kaloringumas, MJ/kg,

w – kuro drėgmė, (30%).

$$Q_z^d = \frac{18,5 \cdot (100 - 30) - 2,44 \cdot 19}{100} = 12,486 MJ / kg .$$

2.4.2.2. Katilo nominalios galios nustatymas

Tam tikslui atlikome 3 bandymus. Bandymo metu panaudotų matavimo priemonių sąrašas pateiktas 2.18 lentelėje.

Bandymų metu panaudotos matavimo priemonės

Eil. Nr.	Matavimo priemonės pavadinimas ir numeris	Metrologinė charakteristika	Matuojamas parametras
1.	Šilumos skaitiklis KATRA WFM 21 Nr. 7321050	(0,05 - 2,5) m ³ /val, paklaida 0,5 % Tikslumo klasė 3	Vandens sunaudojimas, pagamintas šilumos kiekis
2.	Srauto matuoklis SIEMENS SITRANS F M MAGFLO	±0,5% (0,4 - 4,0) m ³ /h	Momentinis vandens srautas
3.	Termometras TL-7 Nr.584	(0÷105) °C, padalos vertė 0,5 °C, tikslumo klasė 1	Grįžtančio vandens temperatūra
4.	Termometras TL-7 Nr.297	(0÷105) °C, padalos vertė 0,5 °C, tikslumo klasė 1	Ištekančio vandens temperatūra
5.	Termometras TL-7A Nr.460	(0÷75) °C, padalos vertė 0,2 °C, tikslumo klasė 1	Aplinkos temperatūra
6.	Dujų analizatorius DELTA-65	O ₂ , CO ₂ , CO, NO ₂ , SO ₂ , paklaida ± 0,1 ppm, paklaida ± 0,5 °C	Išeinančių dūmų dujų sudėtis, temperatūra
7.	Elektroninės svarstyklės VT-60	(0,4÷60) kg, paklaida 20 g	Kuro sunaudojimas
8.	Laikmatis DIGI SPORT Nr. 003592	(0-10) val. paklaida 0,01 sek., tikslumo klasė 1	Matavimų periodiškumas, katilo įkrovos degimo laikas
9.	Bekontaktinis termometras FLIR SYSTEMS TPT 2 PRO	(-32...400) °C, paklaida ± 1 °C, skiriamoji geba 0,2 °C	Katilo paviršiaus temperatūra
10.	Termomanometras vertikalus CEWAL	(0-4) bar, (0-120)°C, tikslumo klasė 1.6	Grįžtančio vandens slėgis ir temperatūra
11.	Termomanometras vertikalus CEWAL	(0-4) bar, (0-120)°C, tikslumo klasė 1.6	Ištekančio vandens slėgis ir temperatūra
12.	Drėgnomatis TESTO 606-1	(0-50%); ± 1%	Kuro drėgmė
13.	Traukomatis TESTO 512	0,603 hPa-1,798 hPa, paklaida ±0,01hPa	Traukai matuoti

Bandėme nustatyti automatizuoto centrinio šildymo katilo nominalią ir minimalią šilumos galią. Atlikome bandymus pagal LST EN 12815:2001, IST 144948958-13:2004, p. 15.4.11.3.

Skaičiavimai atlikti pagal LST EN 12815:2001, ĮST 144948958-13:2004, p. 15.4.11.4. Katilo bandymo parodymai ir paskaičiuotos reikšmės pateiktos 2.19 lentelėje.

2.19 lentelė

Katilo šiluminės galios bandymų duomenys

Bandymas	Bandymų trukmė h, (val.)	Vandens debitas B, (m ³ /h)	Ištekančio vandens t-ra t _v , (°C)	Grįžtančio vandens t-ra t _r , (°C)	Aplinkos t-ra t _L , (°C)	Kuro įkrovos svoris G _k , (kg)	Kamino trauka, (Pa)	Išmetamų dūmų t-ra, (°C)	Pastabos
1.	2,83	1,86	85,2	61,7	20,3	58,42	26,1	246	Nominalios galios bandymas
2.	2,5	1,83	83,5	60,3	20	54,8	25,3	227	Nominalios galios bandymas
3.	7,3	0,87	92	79,9	20,8	54	15,4	94	Minimalios galios bandymas

Katilo nominali vidutinė galia Q_N paskaičiuota:

$$Q_N = q \cdot 1.163 \cdot (t_p - t_g), [kW], \quad (2.7)$$

čia: q – vandens srautas, m³/h,

t_p – paduodamo vandens temperatūra, °C,

t_g – grįžtančio vandens temperatūra, °C.

$$Q_{N1} = 1,86 \cdot 1,163 \cdot (85,2 - 61,7) = 50,8 \text{ kW}$$

$$Q_{N2} = 1,83 \cdot 1,163 \cdot (83,5 - 60,3) = 49,37 \text{ kW}$$

$$Q_{\min} = 0,87 \cdot 1,163 \cdot (92 - 79,9) = 12,24 \text{ kW}$$

Patikrinimas: Paskaičiuotų nominalių galių skirtumas turi neviršyti 8 %

$$\frac{[Q_{N1} - Q_{N2}]}{Q_{vid.}} \cdot 100\%, [\%], \quad (2.8)$$

$$Q_{vid} = \frac{Q_{N1} + Q_{N2}}{2}, [kW], \quad (2.9)$$

$$Q_{vid} = \frac{50,8 + 49,37}{2} = 50,08 \text{ kW},$$

$$\frac{50,8 - 49,37}{50,08} \cdot 100\% = 2,8\% . \text{ (sąlyga tenkinama)}$$

2.4.2.3. Katilo naudingumo koeficiento η_k tiesioginio metodo nustatymas

Tiesioginį metodą nustatysime iš 2.11 formulės. Šis metodas priklauso nuo pakuros įkrovimo kiekio t.y. kiek į pakurą įdėsime malkų, tokį katilas ir duos naudingumo koeficientą.

$$\eta_k = \frac{Q}{Q_B} \cdot k, [\%], \quad (2.10)$$

čia: Q – katilo naudingai į šildymo sistemą perduotas šilumos kiekis, kWh,

Q_B – išskiriamas energijos kiekis sudegus kurui, kWh,

$k = 3,6 \cdot 10^3$ - dimensijų suvienodinimo koeficientas.

$$Q = Q_N \cdot h_{1,2,3}, [\text{kWh}], \quad (2.11)$$

čia: Q_N - katilo nominali vidutinė galia, kW,

h_I - bandymo laikas, val.

Iš 2.12 formulės randame katilo naudingai į šildymo sistemą perduotą šilumos kiekį Q , kWh:

$$Q_1 = 50,8 \cdot 1,86 = 94,5 \text{ kWh},$$

$$Q_2 = 49,37 \cdot 1,83 = 90,35 \text{ kWh},$$

$$Q_{\min} = 12,24 \cdot 0,87 = 10,65 \text{ kWh}.$$

Išskiriamas energijos kiekis Q_B randame:

$$Q_B = Q_z^d \cdot G_k, [\text{MJ/kg}], \quad (2.12)$$

čia: Q_z^d - kuro žemutinis kalingumas, MJ/kg,

G_k - įkrovos kuro svoris, kg.

$$Q_{B1} = 12,486 \cdot 58,42 = 729,432 \text{ MJ/kg},$$

$$Q_{B2} = 12,486 \cdot 54,8 = 684,232 \text{ MJ/kg},$$

$$Q_{B\min} = 12,486 \cdot 12,24 = 152,828 \text{ MJ/kg.}$$

Iš 2.11 formulės apskaičiuojame naudingumo koeficientą η_k :

$$\eta_{k1} = \frac{94,5}{729,432} \cdot 3,6 \cdot 10^3 = 49,35\%,$$

$$\eta_{k2} = \frac{90,35}{684,232} \cdot 3,6 \cdot 10^3 = 47,52\%,$$

$$\eta_{k\min} = \frac{10,65}{152,828} \cdot 3,6 \cdot 10^3 = 25\%.$$

2.4.2.4. Katilo naudingumo koeficiento η_k netiesioginio metodo nustatymas

Netiesioginį metodą nustatysime iš 2.13 formulės. Šis metodas priklausys nuo 2.20 lentelėje pateiktų duomenų t.y. nuo 3-jų pagrindinių parametrų: nuo pamatuoto deguonies kiekio, nuo pamatuoto anglies dvideguonies kiekio, nuo pamatuoto anglies monoksido kiekio.

2.20 lentelė

Automatizuoto centrinio šildymo katilo bandymo duomenys

Bandy- mas	Kamino trauka, Pa	Išmetamų dūmų t-ra, °C	O ₂ , %	CO ₂ , %	CO, mg/m ³	Pastabos
1.	26	246	12,4	8,1	29800	Nominalios galios bandymas
2.	25	227	9,3	11,9	31000	Nominalios galios bandymas
3.	15	94	8,2	11,6	41000	Minimalios galios bandymas

$$\eta_k = 100 - q_A - q_U - q_S - q_B, \quad (2.13)$$

čia: q_A – iš katilo išeinančių dūmų išnešama šiluma, %,

q_U – cheminiai nevisiško sudegimo šilumos nuostoliai, %,

q_S – šilumos nuostoliai į aplinką, %,

q_B – mechaniniai nevisiško sudegimo šilumos nuostoliai, %.

$$q_A = (k \cdot \alpha_{k.sk.} + c) \cdot (t_d - \frac{\alpha_{k.sk.}}{\alpha_{k.sk.} - b} \cdot t_o) \cdot A_t \cdot 10^{-2}, [\%], \quad (2.14)$$

čia: k , c ir b – koeficientai,

$\alpha_{k.sk.}$ – perskaičiuotas oro pertekliaus koeficientas,

t_d – išeinančių dūmų temperatūra (2.20 lentelė),

t_0 – aplinkos temperatūra,

A_t – šilumos nuostolių su degimo produktais pataisos koeficientas.

Koeficientų k , c ir b skaičiavimas:

$$k = 3,33 + 0,020 \cdot w, \quad (2.15)$$

$$c = 0,8 + 0,044 \cdot w, \quad (2.16)$$

$$b = 0,25 + 0,01 \cdot w, \quad (2.17)$$

čia: w – kuro drėgmė, %.

$$k = 3,33 + 0,020 \cdot 30 = 3,93,$$

$$c = 0,8 + 0,044 \cdot 30 = 2,12,$$

$$b = 0,25 + 0,01 \cdot 30 = 0,55.$$

Oro pertekliaus koeficiento $\alpha_{k.sk.}$ skaičiavimas:

$$\alpha_{k.sk.} = \frac{21 - 0,02 \times O_2}{21 - O_2}, \quad (2.18)$$

čia: O_2 – pamatuotas deguonies kiekis, % (2.20 lentelė).

$$\alpha_{k.sk.1} = \frac{21 - 0,02 \cdot 12,4}{21 - 12,4} = 2,413,$$

$$\alpha_{k.sk.2} = \frac{21 - 0,02 \cdot 9,32}{21 - 9,32} = 1,782,$$

$$\alpha_{k.sk.3} = \frac{21 - 0,02 \cdot 8,1}{21 - 8,1} = 1,615.$$

Šilumos nuostolių su degimo produktais pataisos koeficiento A_t skaičiavimas:

$$A_t = 1 + 0,013 \cdot \left(\frac{t_d - 150}{100} \right), \quad (2.19)$$

$$A_{t1} = 1 + 0,013 \cdot \left(\frac{246 - 150}{100} \right) = 1,01248,$$

$$A_{r2} = 1 + 0,013 \cdot \left(\frac{227 - 150}{100} \right) = 1,01001 ,$$

$$A_{r3} = 1 + 0,013 \cdot \left(\frac{94 - 150}{100} \right) = 0,99272 ,$$

Iš katilo išeinančių dūmų išnešamą šilumą paskaičiuojame iš 2.14 formulės:

$$q_{A1} = (3,93 \cdot 2,413 + 2,12) \cdot \left(246 - \frac{2,413}{2,413 - 0,55} \cdot 20,3 \right) \cdot 1,01248 \cdot 10^{-2} = 26,11\% ,$$

$$q_{A2} = (3,93 \cdot 1,782 + 2,12) \cdot \left(227 - \frac{1,782}{1,782 - 0,55} \cdot 20,1 \right) \cdot 1,01001 \cdot 10^{-2} = 19,89\% ,$$

$$q_{A3} = (3,93 \cdot 1,615 + 2,12) \cdot \left(94 - \frac{1,615}{1,615 - 0,55} \cdot 20,8 \right) \cdot 0,99272 \cdot 10^{-2} = 10,19\% .$$

Cheminiai neviseiško sudegimo šilumos nuostoliai randami:

$$q_U = \left(\frac{3,56 \cdot CO \cdot (21 - O_2)}{CO_2 \cdot 10^4} \right) + m , [\%], \quad (2.20)$$

čia: O_2 – pamatuotas deguonies kiekis, %,

CO_2 – pamatuotas anglies dvideguonies kiekis, %,

CO – pamatuotas anglies monoksido kiekis, mg/m^3 prie 10% deguonies,

m – nuostolis dėl nepilno mechaninio sudegimo iki 0,2%.

$$q_{U1} = \left(\frac{3,56 \cdot 29800 \cdot (21 - 12,4)}{8,1 \cdot 10^4} \right) + 0,2 = 11,46\% ,$$

$$q_{U1} = \left(\frac{3,56 \cdot 31000 \cdot (21 - 9,32)}{10,9 \cdot 10^4} \right) + 0,2 = 12,03\% ,$$

$$q_{U3} = \left(\frac{3,56 \cdot 41000 \cdot (21 - 11,6)}{11,6 \cdot 10^4} \right) + 0,2 = 12,03\% .$$

q_S – šilumos nuostoliai kieto kuro katilams priimta naudoti iki 0,5%,

q_B – mechaniniai neviseiško sudegimo kieto kuro katilams naudojami iki 0,2%.

Iš 2.14 formulės apskaičiuojame naudingumo koeficientą η_k :

$$\eta_{k1} = 100 - 26,11 - 11,46 - 0,5 - 0,2 = 61,73\% ,$$

$$\eta_{k2} = 100 - 19,89 - 12,03 - 0,5 - 0,2 = 67,38\% ,$$

$$\eta_{k3} = 100 - 10,19 - 12,03 - 0,5 - 0,2 = 77,08\% .$$

Apskaičiuoti bandymų rezultatai pateikti 2.22 lentelėje:

2.21 lentelė

Duomenys naudingumo koeficiento apskaičiavimui, bei rezultatai

Bandymas	Galingumas Q_N , Q_{min} , kW	Kaloringumas H_{up} , KJ/kg	Įkrovos svoris G_k , kg	Katilo naudingumo η_k koeficientas tiesioginiame metode, %	Katilo naudingumo η_k koeficientas netiesioginiame metode, %
1.	50,8	12486	58,42	72,48	61,73
2.	49,37	12486	54,8	65,22	68,37
3.	12,24	12486	54	48,2	77,08

2.4.3. Kinematiniai skaičiavimai

2.4.3.1. Kuro padavimo variklio ir reduktoriaus nustatymas

1. Kuro padavimo sraigą paimame palyginę analogiškus kitų įmonių gaminius. Sraigto diametras mum reikalingas $\varnothing 120$ mm, sraigto sukimosi greitis $V = 0,0036$ m/s.
Taip pat turime sukimo momentą $M = 420$ Nm.
2. Apskaičiuojame reikalingo reduktoriaus greitį (aps/min) iš turimų duomenų:

$$n = \frac{60 \times 10^3 \times V}{\pi \times D}$$

$$n = \frac{60 \times 10^3 \times V}{\pi \times D} = \frac{60 \times 10^3 \times 0,0035}{3,14 \times 120} = 5,6 \text{ aps/min.}$$

3. Apskaičiuojamas kampinis greitis:

$$\omega = \frac{\pi \times n}{30}$$

$$\omega = \frac{3,14 \times 5,6}{30} = 0,59 \text{ rad/s.}$$

4. Apskaičiuojamas reikalingas variklio galingumas:

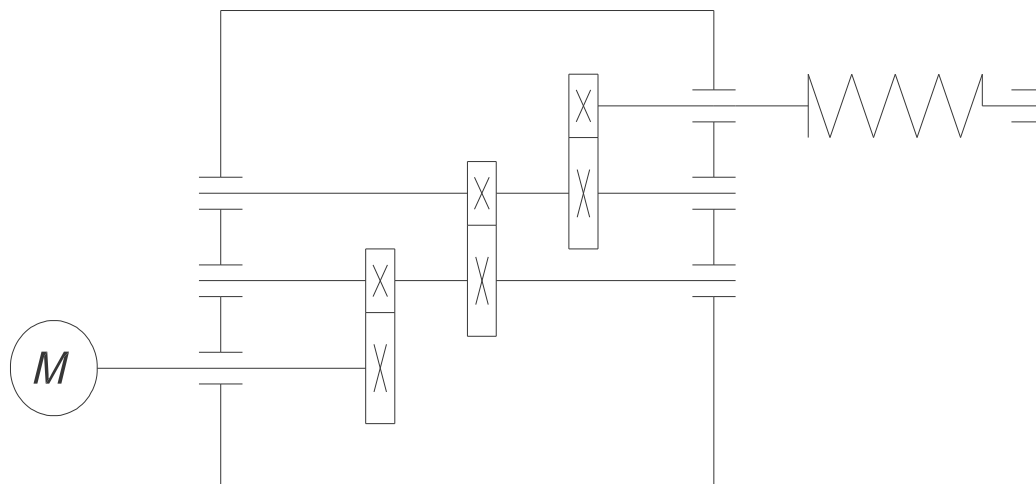
$$P = M \times \omega$$

$$P = M \times \omega = 420 \times 0,6 = 0,25 \text{ kW}$$

Parenkamas elektros variklis 0,25 kW, 1380 aps/min B5 (4A711-4B5TBL)

$$u_{red} = n_{var} \times n_{red} = 1390 / 5,6 = 248$$

Parenkamas trijų laipsnių reduktorius, kurio perdavimo skaičius 250 (Yilmaz NR 275 - 63/4A)



2.11. pav. Kinematinė schema

2.5. Automatizuoto centrinio šildymo katilo eksploataciniai reikalavimai

2.5.1. Įrenginio valdymas

Valdymo procesą vykdo OMRON firmos Zen valdiklis, kurio pagalba galima reguliuoti kuro padavimo našumą ir palaikyti nustatytą katilo darbinę temperatūrą. Valdiklio LCD displejus padeda laiku pastebėti nukrypimus nuo normalaus darbo režimo ir leidžia nesunkiai nustatyti gedimo priežastį [18].

2.5.2. Degiklio įkūrimas

- Įjungus tripolį automata, įjungiamas maitinimas.
- Degimo kontrolės termostatą nustatyti į minimalią padėtį (0 °C temperatūra)
- Darbinio termostato pagalba nusistatyti pageidaujamą temperatūrą (rekomenduojama ne mažiau 60 °C).
- Oro ventiliatoriaus sklendę atidaryti apie 50%
- Rankiniu būdu paduoti kurą, kol prisipildys degiklio kanalas.
- Išjungti tripolį automata ir uždegti kurą degiklyje.
- Kurui gerai įsidegus, įjungti tripolį automata ir nustatyti pageidaujamą darbo režimą.
- Pakilus katilo temperatūrai virš 30 °C, degiklio kontrolės termostatą nustatyti ties 50 °C temperatūros riba.

- Kurui pilnai įsidegus sureguliuoti kuro ir oro padavimą.
- Pastaba: Nuolat eksploatuojant katilą su degikliu rekomenduojama nuimti traukos reguliatorių (2.5 pav. 11 punkt.) ir ardėlius (2.5 pav. 12 punkt.). [18].

2.5.3. Degimo reguliavimas

- Kurui gerai įsidegus kuro padavimų režimo pagalba reguliuodami kuro padavimo sraigto našumą reikia stebėti, kad nesudegęs kuras nekristu iš degiklio. Jei taip atsitinka, kuro padavimo režimą reikia sumažinti.
- Po šio reguliavimo geriausia yra palaukti kol kuras pilnai įsidegs.
- Oro padavimo sklendę atidaryti daugiau kai: kuras nespėja sudegti degiklyje arba liepsna yra raudona, dega išskirdama suodžius.
- Oro padavimo sklendę pridaryti reikia kai: kai oras išpučia kurą iš degiklio arba liepsna yra melsva. Liepsna turi būti geltonos spalvos ir degti lygiai.
- Pastaba: Degimą būtina naujai sureguliuoti pasikeitus kurui ar jo drėgnumui. [18].

2.5.4. Kuro padavimo reguliavimas

Katilo valdiklis turi 4 programuojamus kuro judėjimo ir stovėjimo režimus, kaitinimo režime ir atitinkamai budėjimo režime. Priklausomai nuo katilo vandens temperatūros, katilas dirba kaitinimo arba budinčiame režime. Kai katilas įšyla iki nustatytos temperatūros, automatiškai persijungia į budintį darbo režimą - kuris tik palaiko degimo procesą. Kaitinimo režime oro padavimo ventiliatorius veikia pastoviai, o budinčiame tik kartu su kuro padavimo sraigtu. Katilas dirbs budinčiame režime, kol vandens temperatūra taps 4 °C žemesnė už nustatytą. Toliau ciklas kartojasi.

Kuro padavimo sraigto judėjimo ir stovėjimo nustatyti gamykliniai režimai parodyti 2.22 lentelėje.[18].

Darbo režimai	Kaitinimo metu		Budėjimo metu	
	Veikia, s	Pauzė, s	Veikia, s	Pauzė, s
1	8	15	4	80
2		13		
3		8		
4		5,5		

Tai yra optimalūs darbo režimai. Norint pasirinkti vieną iš keturių darbo režimų, 7 mygtuko pagalba išsirenkame “ AUTO REŽIMAS „ , apie režimo pasirinkimą bus pranešama displėjuje. 5 mygtuko pakartotiniais paspaudimais išsirenkame pageidaujamą darbo režimą (1...4). Pasirinkus darbo režimą ventiliatorius ir kuro padavimas įsijungia automatiškai. Norint išjungti darbo režimą (1...4) reikia nuspausti 2 mygtuką. Paspaudus 7 mygtuką pakartotinai ir displėjuje atsiradus užrašui “ RANK. REŽIMAS „, reiškia, kad kuro padavimo sraigtą galima valdyti rankiniu būdu. Paspaudus ir laikant 4 mygtuką kuras į katilą bus paduodamas į katilą rankiniu būdu, tol kol jį atleisime. 3 mygtukas skirtas kuro į katilą sraigto reversui rankiniu būdu.

Pastaba: Rankiniame režime galima valdyti tik kuro padavimo sraigtą, bet ne oro ventiliatorių.

Dėl specifinio kuro ar kitų priežasčių, vartotojui paliekama galimybė pačiam susireguliuoti kuro padavimo ir pauzės laikus (T1 - kaitinimo, T2 - budintis režimas). Keisti laikus galima tik 1 darbo režime. Keičiant laikus būtina sustabdyti valdiklio programą. Tai atliekama sekančiu būdu: paspaudus 1 mygtuką vieną kartą įeiname į valdiklio meniu, 2 ir 5 mygtukais išsirenkame eilutę “STOP,, ir vel paspaudžiame 1 mygtuką (atsiras užrašas “RUN,,). 2 ir 5 mygtukų pagalba išsirenkame eilutę “PARAMETER,, ir vėl spaudžiame 1 mygtuką. Įeiname į meniu parodyta 1 paveikslėlyje (T1 - ON TIMER - pauzės laikas kaitinimo režime, kurį kuras bus paduodamas į degiklį), 2 paveikslėlis (T1 - OFF TIMER - pauzės laikas kaitinimo režime tarp kuro padavimo į degiklį), atitinkamai ir T2 3 ir 4 paveikslėliai.

2, 3, 4, 5, mygtukų pagalba mirksintį kvadratėlį pastatome ant keičiamo parametro ir paspaudžiame 1 mygtuką, 2, 3, 4, 5 mygtukais įvedame norimą reikšmę ir jos užfiksavimui spaudžiame 1 mygtuką. Pekeitus reikšmes, vienu 0 mygtuko paspaudimu grįžtame į ankstesnį meniu, išsirenkame eilutę “RUN,, ir paspaudžiame 1 mygtuką valdiklio programos paleidimui. (galima keisti tik pabrauktus parametrus).

<u>T1</u>	W	S	A
<u>ON- TIMER</u>			
TRG			
RES	00.50		

2.12 pav.

<u>T1</u>	W	S	A
<u>OFF- TIMER</u>			
TRG			
RES	15.00		

2.13 pav.

<u>T2</u>	W	S	A
<u>ON- TIMER</u>			
TRG			
RES	00.50		

2.14 pav.

<u>T2</u>	W	S	A
<u>OFF- TIMER</u>			
TRG			
RES	80.00		

2.15 pav.

Pastaba: Keičiant laikus būtina sustabdyti valdiklio programą. Draudžiama keisti kitus parametrus, ko pasekoje gali sutrikti įrenginio darbas.

2.5.5. Apsauga nuo avarinių režimų

2.5.5.1. Apsauga nuo perkaitimų

Jeigu katile temperatūra pasiekia 100 °C, suveikia avarinis termostatas, išsijungia kuro padavimas ir oro ventiliatorius, girdima garsinė signalizacija ir displėjuje pranešama apie avarinio termostato suveikimą (gedimą). Avarinio termostato atblokavimas yra atliekamas rankiniu būdu - reikia atsukti dangtelį (2.5 pav. 8 punkt.) ir stipriai paspausti raudona mygtuką po dangteliu. Atblokavimas įmanomas kada vandens temperatūra katile nukrinta žemiau 65 °C. Atblokavus avarinį termostatą, displėjuje nebebus pranešama apie gedimą ir nebebus girdima garsinė signalizacija. Naujai užkūrus katilą būtina išsiaiškinti avarinio termostato įsijungimo priežastį, toliau stebint įrenginio darbą. [18].

2.5.5.2. Kuro padavimo variklio apsauga

Užstrigus kuro padavimo sraigtui ar viršijus leistiną variklio apkrovimą 3 kartus iš eilės, per minutę laiko, suveikia elektros variklio šiluminė relė, variklis ir oro ventiliatorius išjungiami, valdymo pulto displėjuje pranešama apie gedimą, t.y. šiluminės relės suveikimą ir girdima garsinė signalizacija. Suveikus šiluminei relei, būtina išjungti katilo maitinimą ir pašalinti strigimo priežastį. Pašalinus strigimo ar perkrovos priežastį, tam, kad vėl paleisti katilą reikia įjungti maitinimą ir 5 mygtuko pagalba iš naujo pasirinkti darbo režimą (nuo 1 iki 4).[18].

2.5.5.3. Bunkerio apsauga nuo liepsnos patekimo

Kad išvengti liepsnos patekimo į kuro bunkerio vidų, apsaugai yra montuojamas avarinis išjungėjas, kuris atidarius bunkerio dangtį automatiškai išjungia kuro ir oro padavimą. Apie tai pranešama displėjuje ir girdima garsinė signalizacija. Norint toliau kūrenti katilą, būtina uždaryti bunkerio dangtį.

2.5.5.4. Pavojų analizė ir jų pašalinimas

2.23 lentelė

Pavojų analizė ir jų pašalinimas

Gedimas	Priežastys	Pašalinimo būdas
Katilas perkaista	Per daug intensyvus degimas. Dingo elektra (sistemoms su priverstine cirkuliacija).	Uždaryti oro padavimą, stebėti katilo vandens temperatūrą. Temperatūrai nukritus, grįžti prie normalaus kūrenimo režimo.
Dingo elektra		Iškviešti kvalifikuotą specialistą. Žiemą, dingus elektrai ilgesniam laikui ir esant pavojui užšalti, išleisti iš sistemos vandenį.
Katilas nepasiekia nominalaus galingumo	Neuždarytas pelenų išvalymo dangtis. Prastas drėgnas kuras. Bloga trauka.	Sandariai uždaryti pelenų išvalymo dangtį. Naudoti sausesnį kurą, atidaryti įkūrimo sklendę. Patikrinti kamino trauką.
Katilas šlapiuoja	Neuždarytas pelenų išvalymo dangtis. Prastas kuras. Per žema grįžtamojo vandens temperatūra ($>57^{\circ}\text{C}$). Bloga trauka.	Sandariai uždaryti pelenų išvalymo dangtį. Naudoti sausą kurą. Atreguliuoti pamaišymo vožtuvą.
Katile susidaro viršslėgis	Katilas perkaista. Neveikia apsauginis vožtuvas. Uždaroje sistemoje nedirba išsiplėtimo indas.	Uždaryti oro padavimą, stebėti katilo vandens temperatūrą. Patikrinti ir esant reikalui pakeisti apsauginį vožtuvą. Patikrinti išsiplėtimo indą.

2.5.6. Įrenginio eksploatacija

2.5.6.1. Kuro padavimo darbo režimo pasirinkimas

Kuro padavimo darbo režimo pasirinkimas - tuo pačiu katilo našumas, pasirenkamas priklausomai nuo reikalingo šilumos kiekio. Į sekantį (didesnį) režimą (5 mygt.) reikia perstatyti, kai degiklis visą laiką dirba kaitinimo režime, tačiau katile nepasiekiamą reikiama temperatūra. Ir atvirkščiai - kai degiklio darbas budinčiame režime tris kartus viršija darbo trukmę kaitinimo režime, rekomenduojama perstatyti į žemesnį darbo režimą (5 mygt.).

Visais atvejais, pasirinkę kitą kuro padavimo darbo režimą, naujai pagal liepsnos spalvą, nustatykite ventiliatoriaus sklendę.

2.5.6.2. Kuro papildymas

Naudojamas kuras iki 10 mm storio ir iki 50 mm ilgio ne daugiau 30 % drėgnumo medienos skiedros (kapojai). Nuo turimo kuro kokybės ir rūšies priklausys katilo našumas ir veikimo efektyvumas.

Kad nereikėtų naujai įkurti katilo, kurą bunkeryje papildykite jam dar nepasibaigus. Kuro papildymo metu, automatinį kuro padavimą perjunkite į rankinį kuro padavimą (7 mygt.) arba 2 mygtuko pagalba išjunkite darbo režimą. Kurą pripildykite kuo skubiau ir vėl nustatykite buvusį darbo režimą. Uždarydami kuro bunkerio dangtį patikrinkite ar nėra kuro likučių ant bunkerio sienelių briaunos, ar tvarkingos dangčio tarpinės. Veikiant katilui bunkerio dangtis turi būti visuomet sandariai uždarytas.

2.5.6.3. Kūrenimo pabaiga

Pasibaigus kurui bunkeryje ir nukritus degiklio temperatūrai žemiau 50 °C, įrenginys automatiškai išsijungia, tai pranešama displėjuje, kad degiklis atšalo.

Norint išjungti įrenginį kurui nepasibaigus, reikia išjungti darbo režimą (2 mygt.) arba atjungti maitinimo įtampą ir palaukti kol degiklio temperatūra nukris žemiau 50 °C, ir oro padavimo ventiliatorius sustos.

Įsitikinkite, kad nebeliko rusenančių kuro dalelių. Galima po to vėl trumpam įjungti kuro padavimą į degiklį rankiniu būdu (4 mygt.), kad galimai neužgesusios kuro dalelės būtų išstumtos iš degiklio į katilą.

2.5.6.4. Įrenginio valymas

Norint užtikrinti efektyvesnį įrenginio darbą, reikia periodiškai valyti degiklyje susidarantį šlaką ir katile susikaupusius pelenus bei suodžius nuo katilo vidinių paviršių.

Degiklio valymo periodiškumas priklauso nuo deginamo kuro kokybės. Pavyzdžiui deginant daug priemaišų turinčias granules, degiklį reikia valyti kiekvieną dieną.

Taip pat degiklį reikia valyti prieš kiekvieną įkūrimą.

3. TECHNOLOGINĖ DALIS

3.1. Gaminamos detalės analizė

3.1.1 Detalės paskirtis, jos konstrukcija

Mano gaminama detalė – rankenėlė. Ši detalė bus tvirtinama į katilo dureles. Nuo 1-o iki 11-o paviršiaus, kurie nurodyti paveikslėlyje (3.1 pav.), bus prakištas pro durelėse padarytą kiaurymę į vidinę durelių pusę. Iš vidinės durelių pusės ant 5 ir 9 paviršių užsimaus įvorė, o į griovelį (7 paviršius) bus įpilama tepalo, kad sumažinti trintį tarp rankenėlės ir įvorės. Ant nufrezuotų

rankenėlės paviršių (19 ir 20 paviršiai) užsifiksuos ekscentrikas ir jis bus užtvirtintas su veržle ant M10 sriegio (3 paviršius), o iš išorės ant M8 sriegio (16 paviršius) užsisuks plastmasinis rankenėlės galas.

Šioje detalėje nėra labai sudėtingų paviršių, todėl ji bus nesunkiai apdirbama. Naudojamas anglinis konstrukcinis plieno strypas. Atpjautas ruošinys bus apdirbamas su tekinimo staklėmis, tik 19 ir 20 paviršiai bus apdirbami su frezavimo staklėmis. Detalėje nėra tokių paviršių, kuriuos būtų sunku prieiti apdirbti ar tiesiog pamatuoti. Detalė nėra labai standi.

Pirmu pastatymu bus apdirbami 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 paviršiai tekinimo peiliu. Sriegis taip pat bus tekinimas su sriegimo peiliu. Antru pastatymu bus apdirbami 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 paviršiai, jie taip pat bus tekinami tekinimo peiliu, o sriegis bus daromas sriegimo peiliu. Griovelis (15 paviršius) bus įpjauamas su atpjovimo peiliu. 19 ir 20 paviršiai bus apdirbami su pirštine freza, šie paviršiai turi būti vienas kitam lygiagretūs.

Brėžinyje pavaizduoti visi pjūviai ir matmenys, kad būtų galima įsivaizduoti būsimą gaminį ir projektuoti jo apdirbimą.

Brėžinyje pateiktas keletas techninių sąlygų:

1. Bendrosios nuokrypos LST EN 22768 – mK.
2. Danga. Padengta gelsvu cinku Zn9.

Lentelėje pateikta medžiagos iš kurios bus gaminama rankenėlės, techninės charakteristikos.

3.1 lentelė

Plieno C45 LST EN 10083-1 cheminė sudėtis

C, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	S, %	P, %	As, %
Ne daugiau						
0,42-0,50	0,17-0,37	0,50-0,80	0,25	0,04	0,035	0,08

3.2 lentelė

Plieno C45 LST EN 10083-1 mechaninės savybės

σ_u , MPa	σ_y , MPa	δ_5 , %	ψ , %	KCU, J/cm ²
Ne mažiau kaip				
600	355	16	40	49

čia: σ_u - stiprumo riba,

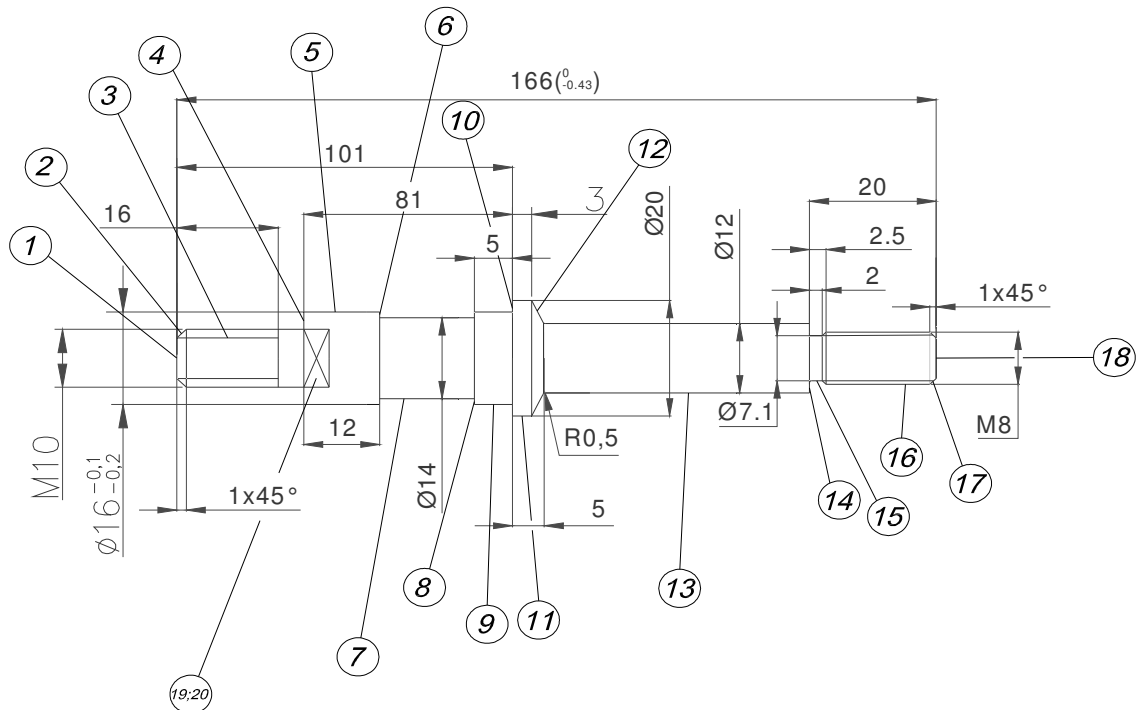
σ_y - takumo riba,

δ_5 - bandinio santykinis ištįsimas, jį nutraukus, kai bandinio ilgis 5 kartus didesnis už jo skerspjūvį,

ψ - santykinis bandinio skerspjuvio susitraukimas nutraukimo vietoje,

KCU – smūginis tūsumas tiriant bandinius su U tipo koncentratoriumi.

Plienas C45 šitai detalei tinka. Jį būtų galima pakeisti plienu 40.



3.1 pav. Detalės eskizas su paviršių numeracija.

3.2. Detalės brėžinio techninių sąlygų analizė

Techniniai reikalavimai analizuojami remiantis detalės darbo brėžiniu ir jos atliekamomis funkcijomis. Reikia nustatyti, kiek nurodyti techniniai reikalavimai turi įtakos detalės atliekamoms funkcijoms ir kas atsitiktų, jeigu šie reikalavimai nebūtų nurodyti. Svarbu nustatyti, ar pakanka techninių reikalavimų, nurodytų darbo brėžinyje, ar dar reikia papildomai nurodyti [2].

Mano nagrinėjamoje detalėje techninių reikalavimų yra pakankamai, ir jie nurodyti teisinga eilės tvarka. Ką tai reiškia, kad pirma, detalė yra apdirbama pagal nurodytus ribinius matmenis ir kitus jai keliamus reikalavimus, o tik paskui ji padengiama – chemiškai oksiduojama. Detalė yra oksiduota dėl prekinės išvaizdos, standartinių reikalavimų ir žinoma dėl korozijos sumažinimo. Jei šios technologinės operacijos būtų sukeistos vietomis, tai yra pirma padengiama, o tik paskui apdirbama, gautume, kad detalė net nebūtų buvusi oksiduota. Paprasčiausiai tose vietose kur būtų buvusi chemiškai oksiduojama tie paviršiai po apdirbamų operacijų būtų likę be padengimo.

Toliau žiūriu į techninių reikalavimų formulavimo tinkamumą, matmeninių ryšių tarp detalės paviršių nustatymo tikslumą, leistinų nuokrypų žymėjimo formas. Ir galiu teigti, kad matmenų

grandinė yra nuosekli. Detalės darbo brėžinyje yra nurodyti visi reikalingi duomenys su reikiomomis nuokrypomis. Paviršių šiurkštumas – reikiamų verčių.

Mano nagrinėjamoje detalėje vieni iš svarbiausių paviršių yra 5 ir 9. Svarbus jų skersmuo, matmuo turi tenkinti detalės brėžinyje nurodytas tolerancijas. Jei neišpildytume šios sąlygos neuždėtumėme įvorės. Pavyzdžiui, jeigu paviršiai 5 ir 9 būtų apdirbti per mažai tai neužsimautų įvorė arba būtų per didelė trintis, o jei apdirbti per daug tai įvorė turėtų laisvumą.

3.3. Detalės technologiškumo analizė

Detalės konstrukcijos technologiškumas – tai suteikiamas jai tokios formos ir tokios medžiagos parinkimas, kad ji atliktų reikiamas funkcijas mašinoje, kad būtų galima ją lengvai ir ekonomiškai apdirbti. Detalės konstrukcijos technologine analize siekiama padidinti darbo našumą, sumažinti išlaidas ir laiką technologiškai paruošiant gamybą, gaminant detalę, techniškai aptarnaujant ir remontuojant gaminį [2].

Iš ankstesnių skyrelių galima spręsti, kad detalės konstrukcija yra pakankamai technologiška. Išmatuoti brėžinyje nurodytus matmenis yra nesudėtinga. Detalės bazavimas nesudėtingas, bazuojama detalė trijų kumštelių griebtuve. Lengvai pašalinamos drožlės ir nuvedamas tepimo – aušinimo skystis. Manau, kad pats našiausias apdirbimo metodas, tai detalės apdirbimas tekinimo automatais, po to ant programinių frezavimo staklių užbaigiama frezuojant 19 ir 20 paviršius, pirštine freza. Apdirbamų paviršių ploto sumažinti negalime, nes sumažės detalės standumas. Medžiaga iš kurios bus gaminama ašis yra parinkta teisingai. Aišku šią detalę būtų galima gaminti ir iš plieno 40 ar plieno 40X. Šios dvi medžiagos yra beveik identiškos plienui 45.

Galiu teigti, kad ši detalė iš technologiškumo pusės yra sumanyta labai techniškai. Joje visi reikalavimai yra suvesti iki minimumo, tai yra ji gali būti apdirbama kiek galima paprasčiau ir greičiau naudojant šiuolaikinius įrenginius. Jos matmenys išmatuojami visame gamybos procese, aukšti reikalavimai matmenims nekeliami, jos pagaminimo laikotarpis dėl technologiškumo – greitas.

3.4. Ruošinio parinkimas skirtingiems gamybos tipams

3.4.1. Ruošinio parinkimo principai

Parinkant ruošinį, reikia nustatyti jo gavimo metodą, konfigūraciją, matmenis, užlaidas, tolerancijas, taip pat nustatomos jo pagaminimo techninės sąlygos.

Detalių ruošinių gavimo metodas priklauso nuo detalės paskirties ir konstrukcijos, jos medžiagos, techninių reikalavimų, metinės gamybos programos ir gamybos tipo.

Detalės ruošinys parenkamas tokiu nuoseklumu. Iš pradžių nustatoma, koks technologinis procesas geriausiai tinka detalei pagaminti: liejimas, kalimas, štapavimas, valcuoti ruošiniai. Kartu reikia patikrinti, ar negalima panaudoto kombinuotą ruošinio gavimo būdą: liejimą – suvirinimą, kalimą arba štapavimą – suvirinimą ir t.t. Po to parenkamas ruošinio formos sudarymo metodas ir įrengimas. Įrenginio tipas turi įtakos ruošinio pagaminimo tikslumui, užlaidos dydžiui, nuolydžiui ir kt.

Galutinai ruošinio gavimo metodą pasirenkame pagal ekonominius rodiklius. Palyginimui parenkame du arba daugiau ruošinio pagaminimo technologinių procesų. Ruošinio parinkimą pakankamai tiksliai galima įvertinti pagal detalės pagaminimo paskaičiuotų sąnaudų dydį P :

$$P = M_r K_r - M_a K_a + P_{p.s.i} T_{v.i} \quad (3.1)$$

čia: M_r - ruošinio masė, kg,

K_r - skaičiuojama ruošinio kaina, Lt/kg,

M_a - atliekų, susidariusių mechaninio apdirbimo metu, masė, kg,

K_a - atliekų kaina, Lt/kg,

$P_{p.s.i.}$ - įrengimo, atliekant i-ją operaciją, 1 val. darbo paskaičiuotų sąnaudų normatyvas,

$T_{v.i.}$ - ruošinio mechaninio apdirbimo vienetinio laiko norma, val. [2]

3.4.2. Detalės ruošinio pagrindiniai gamybos tipai

Liejimas. Ruošinių liejimo būdais gaunami įvairių detalių ruošiniai, daugiausiai esant serijinei gamybai. Taip pavyzdžiui, uždaros dėžutės pavidalo korpusų ruošiniai, kuriuose montuojami įvairūs mašinų junginiai ir mechanizmai, atviro tipo korpusų, taip pat detalių, jungiančių mašinų dalis ruošiniai. Mašinų junginių detalių – krumpliaračių, stebulių, guolių korpusų, svirčių ruošiniai serijinėje gamyboje liejami dažniausiai tada, kai juos neekonomiška štampuoti našiais įrengimais.

Lietinių ruošinių mechaninės savybės dažniausiai yra blogesnės negu kaltinių arba iš valcuotų profilių pagamintų ruošinių.

Kalimas. Tai metalų karštasis apdirbimas spaudimo būdu, kai metalas deformuojamas universaliais įrankiais. Įkaitintas ruošinys padedamas ant apatinės penties ir universaliu įrankiu - viršutine pentimi nuosekliai deformuojami atskiri ruošinio elementai. Metalas, nevaržomas įrankio paviršiais, laisvai teka į šalis. Įrankiai yra plokščios arba figūrinės (išpjaustytos) pentys, taip pat

įvairios padėklo tipo kalimo priemonės. Nukalti ruošiniai toliau mechaniškai apdirbami. Šie ruošiniai paprastai vadinami kaltiniais.

Kalimas yra vienintelis būdas sunkiems kaltiniams (iki 250 t ir daugiau) gaminti. Nukalami tokie ruošiniai kaip, hidrogenatorių velenai, turbinų diskai, laivų variklių alkūniniai velenai, valcavimo staklynų valcai ir t.t.

Štampavimas. Štampavimas pasižymi tuo, kad pirminis ruošinys arba jo dalis deformuojami šampo lizde. Lyginamoji deformacija štampuojant visada yra didesnė negu kalant. Karštojo štampavimo būdu gaminami nedidelių detalių ruošiniai, esant serijinei ir masinei gamybai. Palyginti su kalimu, štampavimas yra našesnis, tikslesnis. Štampuoti galima sudėtingus ruošinius, mažiau būna metalo atliekų. Reikiamas ruošinio pavidalas gaunamas nuosekliai štampuojant keliuose lizduose, pagamintuose viename šampo bloke. Pirminis ruošinys dažniausiai būna standartinis valcuotas strypas. Tačiau štampavimo įrankis - šampas - brangus įrankis. Jis tinka tik vienam, konkrečiam kaltiniui gaminti. Todėl štampuoti ekonomiškai tik pakankamai didelės vienodų kaltinių partijas. Be to, tūrinius kaltinius štampuojant reikia daug didesnių deformavimo jėgų, negu kalant tokius pat kaltinius. Kelių šimtų kilogramų kaltiniai štampavimui laikomi stambiais. Daugiausia štampuojami iki 20 - 30 kg. masės kaltiniai, nors yra sukurtos galingos mašinos, kuriomis atskirais atvejais štampuojami iki 3 tonų masės kaltiniai.

Valcuoti ruošiniai. Valcuoti ruošiniai standartinių ir specialiųjų profilių strypai, vamzdžiai ir sudėtingi profiliai gaminami metalurgijos gamyklose įkaitintus lietus metalo gabalus daug kartų apspaudžiant valcavimo staklynuose. Po tokio apdorojimo metalas būna sutankintas, stiprus.

Ruošiniai gali būti valcuoti strypai ar profiliai, tokie, kokie jie gaunami iš metalurgijos gamyklų. Taip pat ruošiniai iš valcuotų profilių gaminami metalo apdirbimo įmonėse supjaustant juos į reikiamo dydžio gabalus.

Valcuoti plieniniai profiliai gaminami įvairios skerspjūvio formos: apvalūs, kvadratiniai, šešiakampiai, vamzdiniai, kampiniai, lovieniai ir kt. Naudojama lakštinė ruloninė medžiaga, specialūs profiliai. Tiekiamai karštai valcuoti, šaltai valcuoti, valcuoti it traukti strypai, periodiniu valcavimu pagaminti profiliai.

Kalibruoti strypai, kurių skersmenys IT 12 ir tikslesni, apdirbami automatais arba revolverinėmis staklėmis, įtvirtinti spyruokliuojančiuose griebtuvuose. IT 10 ir tikslesnių kalibruotų strypų išoriniai paviršiai dažniausiai neapdirbami ašmeniniais įrankiais, o tik šlifuojami. Ruošiniai iš vamzdynių profilių plačiai naudojami žiedo formos detalių ir detalių su ašine skylę gamybai. Taip sutaupoma metalo ir išvengiama gaišlaus ašinės skylės gręžimo.

Kombinuotais būdais pagaminti ruošiniai. Sudėtingesnio pavidalo ruošinius racionali suskaidyti į paprastesnes dalis, tas dalis pagaminti našiais ir ekonomiškais būdais, o paskui sujungti į vieną ruošinį. Pavyzdžiui, transporto mašinų rėmai ir kai kurių metalo pjovimo staklių stovai

gaunami iš valcuotų plieno lakštų. Tie lakštai pjaustomi automatizuotais lazerinio pjaustymo kompleksais, programinėmis dujinio pjaustymo mašinomis arba kitais našias įrengimais, o paskui suvirinami.

Metalokeraminiai ruošiniai. Metalokeraminiai ruošiniai gaminami presuojant miltelių mišinius $100...600 \text{ mN/m}^2$ slėgiu, paskui sukepinami tokioje temperatūroje, kurioje lydosi rišamoji medžiaga. Presuojama ir sukepinama gali būti vienu metu. Milteliai paruošiami įvairiais būdais: malami malūnuose iš drožlių žaliavos, išpurškiami išlydyti iki skystos būklės ir kitaip. Susmulkinti grūdėliai būna $0,04...0,10 \text{ mm}$, o kartais ir $0,02...0,04 \text{ mm}$ dydžio. Šiuo būdu pagamintų ruošinių tikslumas ir paviršiaus šiurkštumas būna tokie, kad jų dažniausiai nebereikia toliau mechaniškai apdirbti arba jie apdirbami labai mažai.

Plastikiniai ruošiniai. Plastikais vadinamos polimerinės medžiagos. Paprastai plastikai – tai polimerai be priedų. Sudėtingi plastikai – polimerai su įvairiais priedais: užpildais, plastifikatoriais, stabilizatoriais, kietinimo medžiagomis, dažais ir kt. Nuo užpildų daugiausiai ir priklauso plastikų savybės – stiprumas, trinties koeficientas ir kt.

Palyginus su metaliniais ruošiniais, plastikai pasižymi tokiomis savybėmis:

1. mažesniu tankumu,
2. didesniu atsparumu cheminiam poveikiui,
3. mažu elektriniu ir šilumos laidumu,
4. šviesos laidumu,
5. adhezija ir virpesių slopinimas.

Mašinų detalės, kurioms būtinos šios savybės, gaminamos iš plastikų. Plastikai plačiai naudojami ir apdailos detalėms. Jų gamyba paprastesnė negu metalinių detalių, nereikia baigiamųjų operacijų. Norimus plastikų savybes galima gauti keičiant komponentus ir jų kieki.

Plastikai dažniausiai apdorojami plastiškai deformuojant arba liejant. Šie būdai yra našūs, o medžiagos panaudojimo koeficientas siekia $0,95...0,97$. Dėl to plastikinės detalės $5...10$ kartų pigesnės už spalvotųjų metalų detales ir $2...5$ kartus pigesnės už detales iš juodųjų metalų [1].

3.4.3. Detalės ruošinio parinkimas vienietinės ir serijinės gamybos atveju.

Norėdami pagaminti rankenėlę vienietinės gamybos atveju, renkamės valcuota ruošinį. Paprasti valcuoti profiliai būna: apvalūs, kvadratiniai, šešiakampiai ir juostiniai – naudojami lygių ir laiptuotų velenų, įvorių, flanšų, svirčių, pleiščių gamybai [2].

Parenkamas karštai valcuoto ruošinio diametras toks, kad jo papildomai apdirbinėti nebereiktu apdirbinėti: $20^{+0,3}_{-0,5}$

Apskaičiuojame ruošinio masę:

Ruošinio masė apskaičiuota pasinaudojant Autodesk Inventor 2008 programa.

$$M_{\text{ruoš}} = 0,390 \text{ kg.}$$

$$M_{\text{det}} = 0,169 \text{ kg.}$$

Apskaičiuojame medžiagos išnaudojimo koeficientą:

$$M = \frac{M_{\text{det}}}{M_{\text{ruoš}}} = \frac{0,169}{0,390} = 0,43 = C_2, \quad (3.2)$$

Toliau skaičiuojama sunaudotų atliekų kaina:

C45 plieno 1 kg kaina - 3,35 Lt.

Pagamintos detalės masė - 0,169 kg.

Valcuoti strypo ruošinio masė - 0,390 kg.

I atliekas sunaudojamas ruošinio svoris: $0,390 - 0,169 = 0,221 \text{ kg}$.

I atliekas sunaudojamo metalo kaina: $0,221 \text{ kg} * 3,35 \text{ Lt} = 0,74 \text{ Lt}$.

Detalės ruošinio parinkimas serinės gamybos atveju.

Serijinės gamybos atvejui gamybinė programa N = 1600 vnt. ruošinį gaminsime šampavimo būdu horizontaliose kalimo mašinose.

Pagrindiniai horizontalių - kalimo mašinų privalumai:

- pagrindiniai šampuojama šampuose be išlajų, dėlto nebenaudojami apkarpimo presai ir šampai;
- nereikalingi šampavimo nuolydžiai;
- mažesnės išlaidos mechaniniam apdirbimui;
- gaunama gera metalo mikrostruktūra;
- galimybė plačiai panaudoti darbinius įdėklus labiausiai išsivėjęsiose šampo vietose, kas sumažina šampų kainą;
- galima šampuoti atskirus ruošinius ir iš strypo;
- labai platus šampuojamų ruošinių asortimentas;

Užlaidos apdirbamiems paviršiams pateiktos 3.3 lentelėje

3.3 lentelė

Eil. Nr.	Detalės matmuo	Užlaidos dydis	Ruošinio matmuo
1.	Ø 16	1,6	$19,2^{+0,9}_{-0,5}$
2.	Ø 10	1,6	$13,2^{+0,9}_{-0,5}$
3.	Ø 14	1,6	$17,2^{+0,9}_{-0,5}$
4.	Ø 20	1,6	$23,2^{+0,9}_{-0,5}$
5.	Ø 12	1,6	$15,2^{+0,9}_{-0,5}$
6.	Ø 8	1,6	$11,2^{+0,9}_{-0,5}$
7.	12	1,6	$15,2^{+0,9}_{-0,5}$
8.	5	1,6	$8,2^{+0,9}_{-0,5}$
9.	20	1,6	$23,2^{+0,9}_{-0,5}$
10.	166	1,8	$169,6^{+1,2}_{-0,6}$

Ruošinio masė apskaičiuota pasinaudojant Autodesk Inventor programa:

$$M_{\text{ruoš}} = 0,414 \text{ kg.}$$

$$M_{\text{det}} = 0,169 \text{ kg.}$$

Apskaičiuojame medžiagos išnaudojimo koeficient:

$$M = \frac{M_{\text{det}}}{M_{\text{ruoš}}} = \frac{0,169}{0,278} = 0,61 = C_2,$$

Apskaičiuojame sąnaudų kainą:

C 45 plieno 1 kg kaina - 3,35 Lt.

Štampo kaina - 3000 Lt.

Pagamintos detalės masė - 0,169 kg.

Štampuoto ruošinio masė - 0,278 kg.

Į atliekas sunaudojamo metalo svoris nuo vienos detalės: $0,278 - 0,169 = 0,109 \text{ kg.}$

Į atliekas sunaudojamo metalo kaina vienos detalės: $0,109 \text{ kg} * 3,35 \text{ Lt} = 0,37 \text{ Lt.}$

Visos gamybinės programos $N = 1600$ vnt. į atliekas sunaudoto metalo svoris: $0,109 * 1600 = 174,4$ kg.

Visos gamybinės programos $N = 1600$ vnt. į atliekas sunaudoto metalo kaina: $174,4 \text{ kg} * 3,35 \text{ Lt} = 584,24 \text{ Lt}$.

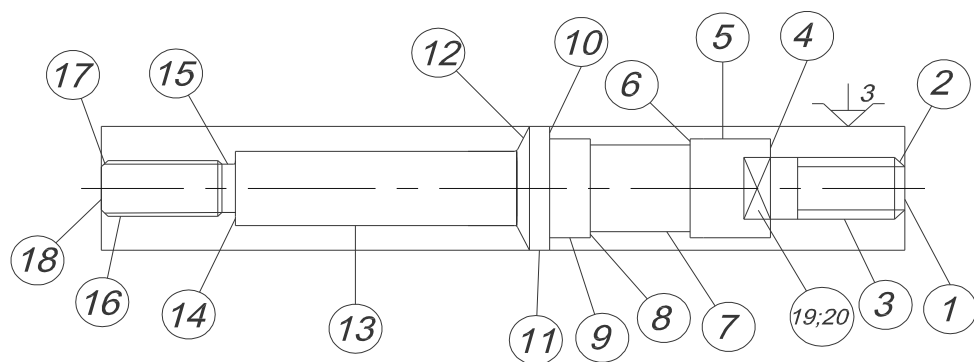
Įvertinus sąnaudas serijinėje gamyboje, pridėjus štampos kainą ir visą tai palyginus tarp vienetinės ir serijinės gamybos, gauname, kad yra neekonomiška štampuoti detalių ir pasirenkame jas gaminti iš valcuotų metalų strypų.

3.5. Technologinių bazių parinkimas

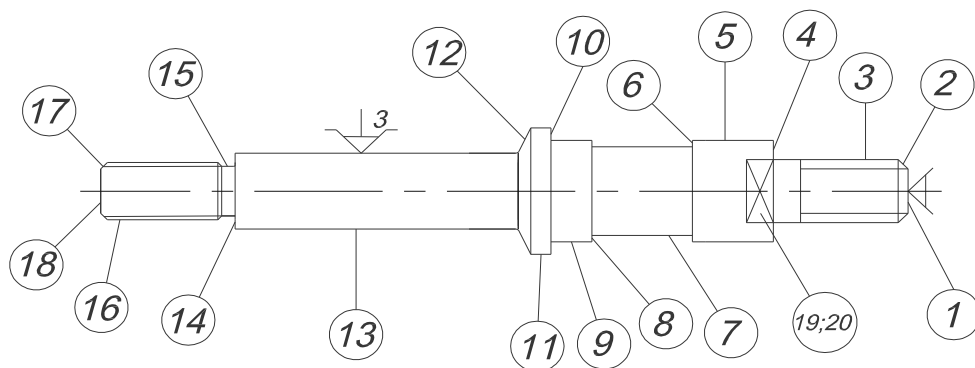
Projektuojant mechaninio apdirbimo technologijos procesą, svarbu tinkamai parinkti technologines bazes. Bazavimo paviršiai turi būti parinkti taip, kad būtų užtikrintas matmenų ir paviršių tarpusavio padėties reikiamas tikslumas, kad įtaiso konstrukcija būtų kiek galima paprastesnė ir patikimesnė, kad būtų patogų ruošinį įdėti į įtaisą ir po apdirbimo išimti, kad būtų galima laisvai privesti pjovimo įrankius prie apdirbamų paviršių.

Numačius technologines bazes galima nustatyti detalės paviršių apdirbimo nuoseklumą. Pirmiausiai apdirbami paviršiai, kuriais vėliau numatoma bazuotis. Pirmoje operacijoje (010) apdirbame detalės galą ir įcentruojame skylutę, reikalingą paremti detalę arkliuku. Antroje operacijoje (020) apdirbame paviršius pažymėtais numeriais 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Pirmoje ir antroje operacijoje kaip technologine baze priimu neapdirbtą ruošinio paviršių, kuris pakankamai didelių matmenų, pakankamai lygus ir leidžia ruošinį tvirtinti į trijų kumštelių griebtuvą. Trečioje technologinėje operacijoje (030) pasirenkame technologinę bazę nutekintus paviršius 5 ir 9. Šioje operacijoje apdirbsime paviršius 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18. Ketvirtoje operacijoje (040) įstačius detalę į dalinimo galvutę ruošinį atremiame 12 paviršiumi ir suspaudus trijų kumštelių griebtuvą frezuosime pirštine freza 19 paviršių, po to pasukus dalijimo galvutę 180 laipsnių nufrezuosime 20 paviršių.

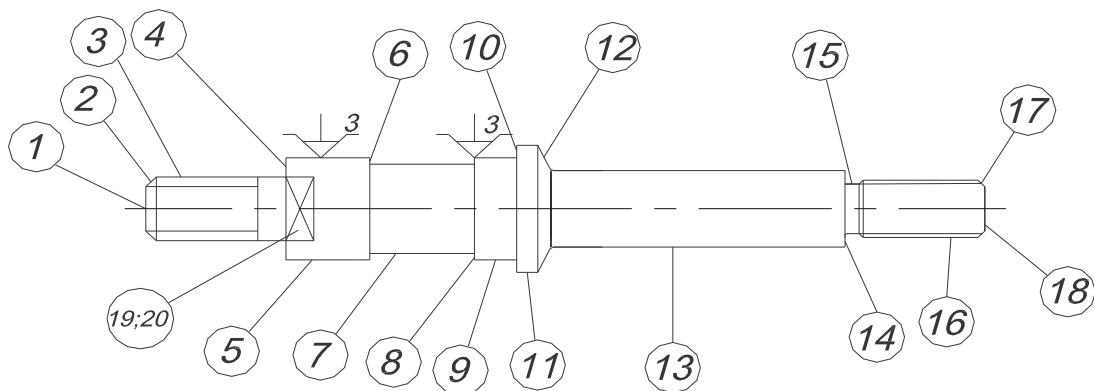
1)



2)



3)



3.2. pav. Detalės paviršių apdirbimo maršrutai

3.6. Detalės mechaninio apdirbimo kelio projektavimas

Reikalinga paviršiaus kokybė daugeliu atvejų užtikrinama apdirbant pjovimu.

Paviršiaus apdirbimo maršrutas priklauso nuo detalės konfigūracijos, masės ir gabaritų, paviršiaus matmens ir formos tikslumo, paviršiaus glotnumo ir paviršių tarpusavio padėties tikslumo bei parinkto ruošinio techninių reikalavimų.

Paviršiaus apdirbimo maršrutai reikalingi dar ir tam, kad būtų galima nustatyti užlaidų dydžius ir operacinius matmenis [2].

3.4 lentelė

Detalės apdirbimo technologinis maršrutas

Numeriai		Operacijos pavadinimas ir turinys	Staklės
Operacijos	Perėjimo		
Tekinimas			
010	1	Galinio paviršiaus 1 vienkartinis tekinimas	Tekinimo automatas „Hyundai - Kia SKT 15 LM CNC“.
	2	Galinio paviršiaus 1 centravimas	
020	1	Paviršių 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11 tekinimas	
	2	Paviršių 6, 7, 8 tekinimas	
	3	Paviršiaus 3 sriegimas	
030	1	Galinio paviršiaus 16 tekinimas	
	2	Paviršių 17, 16, 14, 13, 12 tekinimas	
	3	Paviršiaus 15 įpjovimas	
	4	Paviršiaus 16 sriegimas	
Frezavimas			
040	1	Paviršių 19 ir 20 frezavimas	Universalio vertikalios frezavimo staklės „676II“.
Lenkimas			
050	1	Po mechaninio apdirbimo detalė lenkiasi R10 spinduliu.	Lenkimo staklės
Padengimas			
060	1	Padengti gelsvu cinku Zn9	

Kiekvienam perėjimui parenkame po įrankį ir duomenis surašome į 3.5 lentelę:

3.5 lentelė

Numeriai		Pjovimo įrankis
Operacijos	Perėjimo	
Tekinimas		
010	1	Tekinimo peilis DIN 4984, žymėjimo indeksas 257502
	2	Centravimo grąžtas DIN 333, žymėjimo indeksas 111250 3,15
020	1	Tekinimo peilis DIN 4984, žymėjimo indeksas 257502
	2	Tekinimo peilis DIN 4984, žymėjimo indeksas 257802
	3	Sriegimo peilis DIN 4984, žymėjimo indeksas 272001

030	1	Tekinimo peilis DIN 4984, žymėjimo indeksas 257502
	2	Tekinimo peilis DIN 4984, žymėjimo indeksas 257502
	3	Nupjovimo peilis DIN 4984, žymėjimo indeksas 273750 25/2
	4	Sriegimo peilis DIN 4984, žymėjimo indeksas 272001
Frezavimas		
040	1	Pirštinė freza DIN 844-B, žymėjimo indeksas 191634 10
Lenkimas		
050	1	Presas
Padengimas		
060	1	Padengti gelsvu cinku Zn9

3.7. Užlaidų analitinis skaičiavimas

Tarpinės užlaidos turi labai didelės reikšmės projektuojant detalės mechaninio apdirbimo technologijos operacijas. Teisingai nustatius tarpinių užlaidų dydį gaunama medžiagos ir darbo sąnaudų ekonomija, užtikrinama apdirbamų paviršių kokybė, sumažėja gamybos savikaina [2].

Skaičiuojant tarpines užlaidas kartu nustatomi operaciniai matmenys ir jų tolerancijos. Tarpinių užlaidų skaičiavimo rezultatai suvedami į lentelę.

Užlaidos skaičiuojamos 13 paviršiui kurio matmuo $\varnothing 12_{-0,43}^0$ ir paviršiams 1 ir 18 kurių matmuo $166_{-0,4}^0$. Sudarome lentelę, kurios pirmoje skiltyje pateikiame atliekamų perėjimų eigą. Užlaidų skaičiavimo rezultatus pateikiame 3.6 ir 3.7 lentelėse.

Lentelės parametrai: R_z – paviršiaus šiurkštumas μm . h – defektinis sluoksnis μm . ρ - erdvinė paklaida μm . ε - pastatymo paklaida μm .

Paviršiaus 13 užlaidų skaičiavimas.

Numatyti perėjimai:

1. Grubus tekinimas.

Parenkame užlaidų elementus R_z ir T :

ruošiniui: $R_z = 160 \mu\text{m}$, $h = 200 \mu\text{m}$;

grubiam tekinimui: $R_z = 50 \mu\text{m}$, $h = 50 \mu\text{m}$.

Skaičiuojame erdvinę paklaidą:

Ruošiniui:

$$\rho_{ruoš} = \sqrt{\rho_{per}^2 + \rho_{kr}^2}, \quad (3.3)$$

$$\rho_{per} = 0,4 \text{ mm} = 400 \mu\text{m},$$

$$\rho_{kr} = \Delta_K l,$$

$$\Delta_K = 1 \mu m / mm, l = 166 mm,$$

$$\rho_{kr} = 1 \cdot 166 = 166 \mu m,$$

$$\rho_{ruos} = \sqrt{400^2 + 166^2} = 433 \mu m.$$

Grubiam tekiniui:

$$\rho_{gr} = \rho_{ruos} \cdot k, \quad (3.4)$$

čia: $k = 0,06 \mu m$. Koefficientas grubiam tekiniui,

$$\rho_{gr} = 433 \cdot 0,06 = 26 \mu m.$$

Minimalias skaičiuojamasias užlaidas apskaičiuojame pagal formulę:

$$2Z_{i \min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (3.5)$$

Ruošiniui:

$$\varepsilon = 0 \mu m,$$

$$2Z_{i \min} = 2 \cdot (160 + 200 + \sqrt{433^2 + 0}) = 2 \cdot 793 \mu m.$$

Grubiam tekiniui:

$$\varepsilon = 180 \mu m,$$

$$2Z_{i \min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{26^2 + 220^2}) = 2 \cdot 321,5 \mu m.$$

Skaičiuojamasis matmuo:

Apskaičiuotas matmuo „ d_{sk} “ pildoma pradedant nuo galutinio mažiausio ribinio (brėžinio) matmens, iš eilės pridedant prie jo kiekvienos technologinės pakopos minimalią užlaidą:

$$\text{Skaičiuojamasis matmuo:} \quad d = 12 - 0,43 = 11,57 \text{ mm.}$$

$$\text{Po grubaus tekimo:} \quad d_{sk1} = 11,57 + 0,643 = 12,213 \text{ mm},$$

$$\text{Ruošinio:} \quad d_{ruos} = 12,213 + 1,586 = 13,799 \text{ mm}.$$

Didžiausius ribinius matmenis gauname pridėję prie mažiausių ribinių matmenų atitinkamos pakopos tolerancijos:

$$d_{\max 1} = d_{\min i} - \delta_i, \quad (3.6)$$

$$d_{\max 2} = 11,57 + 0,43 = 12 \text{ mm},$$

$$d_{\max 1} = 12,213 + 1,4 = 13,613 \text{ mm}.$$

Mažiausios ribinių užlaidų $2Z_{\min}^{rib}$ vertės gaunamos kaip mažiausių atliekamosios ir ankstesniosios pakopų ribinių matmenų skirtumas. Didžiausios ribinių užlaidų $2Z_{\max}^{rib}$ vertės gaunamos kaip didžiausių atliekamosios ir ankstesniosios pakopų ribinių matmenų skirtumas.

$$2z_{\max 1}^{rib} = 13,613 - 12 = 1,613 \text{ mm} = 1613 \text{ } \mu\text{m},$$

$$2z_{\min 1}^{rib} = 12,213 - 11,57 = 0,643 \text{ mm} = 643 \text{ } \mu\text{m}.$$

Sudedant tarpines ribines užlaidas, apskaičiuojamos bendrosios užlaidos:

$$2Z_{0\min} = 643 \text{ } \mu\text{m},$$

$$2Z_{0\max} = 1613 \text{ } \mu\text{m}.$$

Visas apskaičiuotas reikšmes surašome į 3.6 lentelę

3.6 lentelė

Paviršiaus $\varnothing 12_{-0,43}^0$ užlaidų lentelė											
Apdirbamo paviršiaus technologiniai perėjimai	Užlaidos elementai, μm ;				Skaičiuojamoji užlaida, μm ;	Skaičiuojamasis matmuo, mm;	Tolerancija, μm ;	Ribiniai matmenys, mm;		Užlaidų ribinės reikšmės, μm ;	
$\varnothing 12_{-0,43}^0$	R_z	h	ρ	ε	$2z_{\min}$	d_{sk}	T	$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2z_{\min}$	$2z_{\max}$
Rošiny	160	200	433	-	2·793	12,213	1400	12,213	13,613	-	-
Grubus tekinimas	50	50	26	220	2·321,5	11,57	430	11,57	12	643	1613

Matmeniui $166_{-0,4}$ užlaidų skaičiavimas.

Numatyti perėjimai:

1. Grubus tekinimas 1 (paviršius 1),
2. Grubus tekinimas 2 (paviršius 18).

Prenkame užlaidų elementus R_z ir h :

Ruošiniui 1: $R_z = 160 \text{ } \mu\text{m}$, $h = 200 \text{ } \mu\text{m}$,

Grubiam tekinimui 1: $R_z = 50 \text{ } \mu\text{m}$, $h = 50 \text{ } \mu\text{m}$,

Ruošiniui 2: $R_z = 160 \text{ } \mu\text{m}$, $h = 200 \text{ } \mu\text{m}$,

Grubiam tekinimui 2: $R_z = 50 \text{ } \mu\text{m}$, $h = 50 \text{ } \mu\text{m}$.

Apskaičiuojame erdvinę paklaidą:

Ruošiniui: $\rho_{ruoš} = \Delta_k \cdot D$, (3.7)

čia: $\Delta_k = 1 \text{ } \mu\text{m} / \text{mm}$,

D - ruošinio skersmuo, mm.

$$\rho_{ruoš} = 1 \cdot 8 = 8 \mu m .$$

$$\rho_{ruoš} = 1 \cdot 10 = 10 \mu m$$

Grubiam tekiniui:

$$\rho_1 = \rho_{ruoš} \cdot k , \quad (3.8)$$

čia: $k = 0,06 \mu m$. Koeficientas grubiam tekiniui,

$$\rho_1 = 8 \cdot 0,06 = 0,48 \mu m .$$

$$\rho_1 = 10 \cdot 0,06 = 0,6 \mu m$$

Minimalias skaičiuojamasias užlaidas apskaičiuojame pagal formulę:

$$Z_{i \min} = R_{z \ i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \epsilon_i; \quad (3.9)$$

Grubiai tekinant 1 paviršių:

$$Z_{i \min} = 50 + 50 + 8 = 108 \mu m.$$

Grubiai tekinant 18 paviršių:

$$Z_{i \min} = 50 + 50 + 10 = 110 \mu m.$$

Skaičiuojamasis matmuo:

Po grubaus tekimo 2: $d_{p1} = 166 - 0,4 = 165,6 mm ,$

Ruošinys 2 : $d_{p2} = 165,708 + 0,11 = 165,818 mm ,$

Po grubaus tekimo 1: $d_{p3} = d_{p2} = 165,818 mm ,$

Ruošinys 1 : $d_{p6} = 165,818 + 0,99 = 166,808 mm .$

Skaičiuojame ribinius matmenis $d_{\min}$ ir $d_{\max}$ (mm): Į stulpelį $d_{\min}$ – perrašome gautas skaičiuojamojo matmens reikšmes.

$$d_{\max \ I} = d_{\min \ I} + \delta_I, \quad (3.10)$$

$$d_{\max \ I} = 166,808 + 1,8 = 168,608 mm,$$

$$d_{\max \ 2,3} = 165,818 + 0,4 = 166,218 mm,$$

$$d_{\max \ 4} = 165,6 + 0,4 = 166 mm,$$

Skaičiuojame užlaidų $z_{\min}$ ir $z_{\max}$ (μm) ribines reikšmes:

$$z_{\min} = d_{i-1 \min} - d_{i \min}, \quad z_{\max} = d_{i-1 \max} - d_{i \max}, \quad (3.11)$$

$$z_{\min} = 166,808 - 165,818 = 990 \mu\text{m},$$

$$z_{\min} = 165,818 - 165,708 = 110 \mu\text{m}.$$

$$z_{\max} = 168,608 - 166,808 = 1800 \mu\text{m},$$

$$z_{\max} = 166,218 - 165,818 = 400 \mu\text{m},$$

Visas apskaičiuotas reikšmes surašome į 3.7 lentelę:

3.7 lentelė

Paviršiaus 166 _{0,4} užlaidų lentelė											
Apdirbamo paviršiaus technologiniai perėjimai	Užlaidos elementai, μm ;				Skaičiuojamoji užlaida, μm ;	Skaičiuojamasis matmuo, mm;	Tolerancija, μm ;	Ribiniai matmenys, mm;		Užlaidų ribinės reikšmės, μm ;	
166 _{0,4}	R_z	h	ρ	ε	$Z_{\min}$	d_{sk}	T	$d_{\min}$	$d_{\max}$	$z_{\min}$	$z_{\max}$
Ruošiny 1	160	200	8	-	-	166,808	1800	166,808	168,608	-	-
Grubus tekinimas 1	50	50	0,48	220	108	165,818	990	165,818	166,218	990	1800
Ruošiny 2	160	200	10	-	-	165,818	990	165,818	166,218	-	-
Grubus tekinimas 2	50	50	0,6	220	110	165,6	400	165,6	166	110	400

3.8. Pjovimo režimų skaičiavimas

Operacija yra pagrindinis technologinio proceso elementas. Jos projektavimo procese sprendžiami svarbūs techniniai ir ekonominiai uždaviniai, užtikrinantys racionalias detalės nustatytų reikalavimų gavimo sąlygas [2].

Operacija **010**. Paviršius $\varnothing 12_{-0,24}^{0,}$ grubiai tekinamas su tiesiu kotu ir kietlydinio plokštele.

Dirbama tekinimo automatu „Hyundai - Kia SKT 15 LM“.



3.3 pav. Tekinimo automatas „Hyundai - Kia SKT 15 LM“

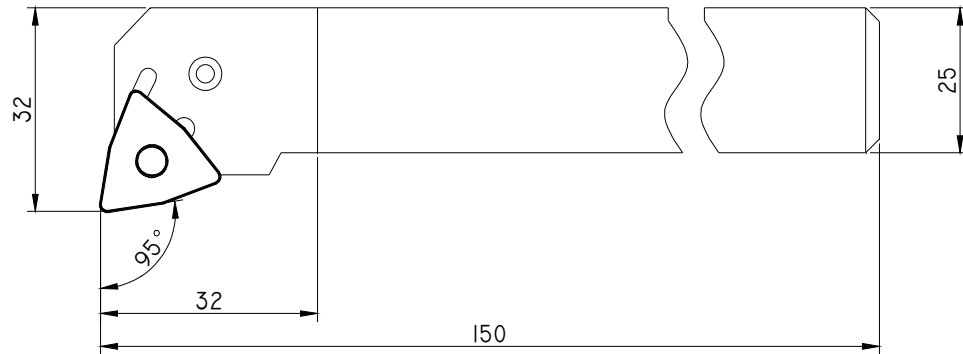
3.8 lentelė

TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS	
Modelis	SKT 15 LM CNC
Didžiausiais ruošinio skersmuo, mm:	
- vidinis padavimas	51
Maksimalus ukimosi dažnis , r/min.	6000
Skaitmeninio valdymo ašių skaičius	2
Skersinių vežimėlių skaičius	1
Revolverinės galvutės pozicijų skaičius	12
Didžiausia revolverinės galvutės darbinė eiga, mm	140
Pagrindinio variklio galia, kW	11
Staklių gabaritai (I x P x A), mm	2370 x 1105 x 1890

Apdirbama medžiaga: Plienas C45,

$$\sigma_u = 600 \text{ MPa},$$

Peilio matmenys:



3.4 pav. Grubaus tekinimo peilis su kietlydinio plokštele.

Peilio matmenys.

Koto plotis $H = 25 \text{ mm}$;

Koto aukštis $B = 25 \text{ mm}$;

Peilio ilgis $L = 150 \text{ mm}$

1. Plokštelės kampai:

$$\varphi = 95^\circ; \quad \alpha = 5^\circ; \quad \lambda = 0^\circ; \quad r = 0,8^\circ.$$

2. Nustatome pjovimo gylį t , mm:

$$t = \frac{D - d}{2}, \quad (3.12)$$

čia: D – skersmuo prieš tekinimą, mm,

d – skersmuo po tekinimo, mm.

$$t = \frac{20 - 16}{2} = 2 \text{ mm}.$$

3. Parenkame pastūmą: $s = 0,4 \text{ mm/aps}$.

4. Apskaičiuojamas leistinas pjovimo greitis $v \text{ m/min}$.

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v, \quad (3.13)$$

čia: $T = 60 \text{ min}$ - vidutinė peilio patvarumo reikšmė,

Konstanta C_v ir laipsnių rodikliai x, y, m parenkame iš lentelių,

$$C_v = 350, \quad x = 0,15, \quad y = 0,35, \quad m = 0,2.$$

Pataisos koeficientas apskaičiuojamas:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi 1v} \cdot K_{rv}, \quad (3.14)$$

čia: K_{mv} – koeficientas, įvertinantis apdirbamos medžiagos įtaką pjovimo greičiui,

$K_{nv} = 0,9$ – koeficientas, įvertinantis medžiagos paviršiaus būklę,

$K_{uv} = 1$ – koeficientas, įvertinantis peilio darbinės dalies medžiagos įtaką greičiui,

$K_{\phi v} = 0,7$; $K_{\phi 1v} = 1$; $K_{rv} = 1$ – koeficientai, įvertinantys peilio geometrinių elementų įtaką pjovimo greičiui.

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_u} \right)^n, \quad (3.15)$$

čia: $K_r = 1$ – koeficientas, apibūdinantis apdirbamojo plieno grupę,

$n = 1$ – laipsnio rodiklis.

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{1,25} = 1,32,$$

$$K_v = 1,32 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 0,83,$$

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,83 = 71,2 \text{ (m/min)}.$$

5. Apskaičiuojamas ruošinio sukimosi dažnis n , r/min.

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D}, \quad (3.16)$$

$$n = \frac{71,2 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20} = 1133 \text{ r/min},$$

Sukimosi dažnio su staklių pasu suderinti nereikia, nes staklės pajėgia pasiekti tikslų apsisukimų skaičių. Priimame $n_{st} = 1133 \text{ r/min}$.

6. Apskaičiuojame minutinę pastūmą S_m , mm/min.

$$S_m = n_{st} \cdot s, \quad (3.17)$$

$$S_m = 1133 \cdot 0,4 = 453,2 \text{ mm/min}.$$

7. Apskaičiuojamas tikrasis pjovimo greitis v , m/min.

$$v_t = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{st}}{1000}, \quad (3.18)$$

$$v_t = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 1133}{1000} = 71,15 \text{ m/min}$$

8. Apskaičiuojamos pjovimo jėgos P dedamosios.

$$P_{z,y,x} = 10 C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v_t^n \cdot K_p, \quad (3.19)$$

čia: P_z, P_y, P_x - tangentinė, radialinė ir ašinė pjovimo jėgos dedamosios išilginio, skersinio tekimo, griovelų įpjovimo, atpjovimo ir fasoninio tekimo atveju.

Pataisos koeficientas apskaičiuojamas:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (3.20)$$

čia: K_{mp} – koeficientas įvertinantis apdirbamos medžiagos įtaką pjovimo jėgai,

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_u}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0.75} = 0,85. \quad (3.21)$$

čia: σ_u – plieno stiprumo riba, MPa,

n – koeficientas parenkamas iš lentelės kietlydiniui.

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ - koeficientai, įvertinantys peilio geometrijos įtaką.

P_z :	$C_p = 300$	$x = 1$	$y = 0,75$	$n = -0,15$	
	$K_{\varphi p} = 0,89$	$K_{\gamma p} = 1$	$K_{\lambda p} = 1$	$K_{mp} = 0,85$	$K_{rp} = 0,93$
P_y :	$C_p = 243$	$x = 0,9$	$y = 0,6$	$n = -0,3$	
	$K_{\varphi p} = 0,5$	$K_{\gamma p} = 1$	$K_{\lambda p} = 1$	$K_{mp} = 0,85$	$K_{rp} = 0,82$
P_x :	$C_p = 339$	$x = 1$	$y = 0,5$	$n = -0,4$	
	$K_{\varphi p} = 1,17$	$K_{\gamma p} = 1$	$K_{\lambda p} = 1$	$K_{mp} = 0,85$	$K_{rp} = 1$

Suskaičiuojame pataisos koeficientus dedamosioms:

$$P_z: K_p = 0,85 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,704,$$

$$P_y: K_p = 0,85 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,349,$$

$$P_x: K_p = 0,85 \cdot 1,17 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,995.$$

9. Pjovimo jėgos dedamosios tekinant:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,4^{0.75} \cdot 71,15^{-0.15} \cdot 0,704 = 1119,7N,$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2^{0.9} \cdot 0,4^{0.6} \cdot 71,15^{-0.3} \cdot 0,349 = 254,39N,$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 2^1 \cdot 0,4^{0.5} \cdot 71,15^{-0.4} \cdot 0,995 = 775,96N$$

10. Apskaičiuojama pjovimui reikalinga galia, kW.

$$N = \frac{P_z \cdot v_t}{60 \cdot 1020}, \quad (3.22)$$

čia: P_z – pjovimo jėgos dedamoji, N,
 v_t – pjovimo greitis, m/min.

Tai:

$$N = \frac{1119,7 \cdot 71,15}{60 \cdot 1020} = 1,3 \text{ kW}.$$

Pagrindiniai pjovimo režimai turi tenkinti sąlygą:

$$N \leq N_v \cdot \eta, \quad (3.23)$$

čia: N_v – pagrindinio elektros variklio galia, kW; $N_v = 11 \text{ kW}$,
 $\eta = 0,75$ – staklių pavaros naudingumo koeficientas.

$$1,3 < 8,25 \text{ (sąlyga tenkinama)}$$

11. Apskaičiuojamas pagrindinis laikas T_m , min. tekinimo operacijai atlikti.

$$T_m = \frac{L}{S_m}, \quad (3.24)$$

čia: L – darbo eigos ilgis, mm,
 S_m – minutinė pastūma, mm/min.

$$L = l + l_{is} + l_{pr} \quad (3.25)$$

čia: l – apdirbamo paviršiaus ilgis: 81 mm,
 l_{is} – atstumas peiliui įsipjauti iki pilno gylio: 4 mm,
 l_{pr} – peilio praėjimo už apdirbtojo paviršiaus dydis: 0 mm.

Tai:

$$L = 81 + 4 + 0 = 85 \text{ mm}.$$

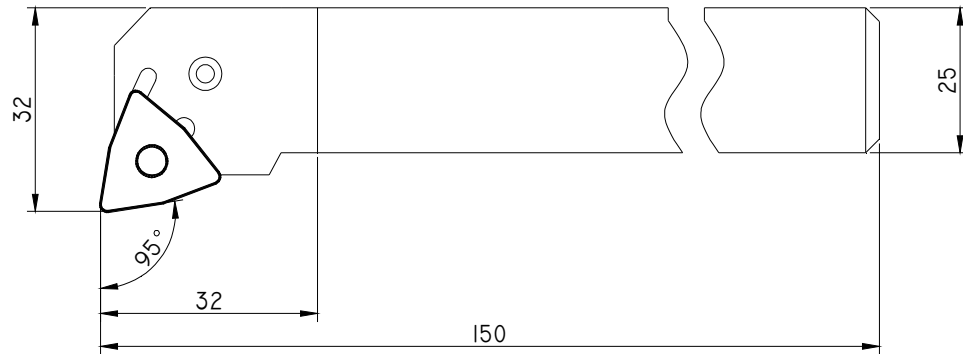
Tada pagrindinis laikas T_m , min:

$$T_m = \frac{85}{453,2} = 0,19 \text{ min}.$$

Apdirbama medžiaga: Plienas C45,

$$\sigma_u = 600 \text{ MPa},$$

Peilio matmenys:



3.5. pav. Grubaus tekinimo peilis su kietlydinio plokšte.

Peilio matmenys.

Koto plotis $H = 25 \text{ mm}$;

Koto aukštis $B = 25 \text{ mm}$;

Peilio ilgis $L = 150 \text{ mm}$

1. Plokštelės kampai:

$$\varphi = 95^\circ; \quad \alpha = 5^\circ; \quad \lambda = 0^\circ; \quad r = 0,8^\circ.$$

2. Nustatome pjovimo gylį t , mm:

$$t = \frac{D - d}{2}, \quad (3.12)$$

čia: D – skersmuo prieš tekinimą, mm,

d – skersmuo po tekinimo, mm.

$$t = \frac{20 - 12}{2} = 4 \text{ mm}.$$

3. Parenkame pastūmą: $s = 0,3 \text{ mm/aps}$.

4. Apskaičiuojamas leistinas pjovimo greitis v m/min.

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v, \quad (3.13)$$

čia: $T = 60 \text{ min}$ - vidutinė peilio patvarumo reikšmė,

Konstanta C_v ir laipsnių rodikliai x, y, m parenkame iš lentelių,

$$C_v = 420, \quad x = 0,15, \quad y = 0,2, \quad m = 0,2.$$

Pataisos koeficientas apskaičiuojamas:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi 1v} \cdot K_{rv}, \quad (3.14)$$

čia: K_{mv} – koeficientas, įvertinantis apdirbamos medžiagos įtaką pjovimo greičiui,

$K_{nv} = 0,9$ – koeficientas, įvertinantis medžiagos paviršiaus būklę,

$K_{uv} = 1$ – koeficientas, įvertinantis peilio darbinės dalies medžiagos įtaką greičiui,

$K_{\phi v} = 0,7$; $K_{\phi 1v} = 1$; $K_{rv} = 1$ – koeficientai, įvertinantys peilio geometrinių elementų įtaką pjovimo greičiui.

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_u} \right)^n, \quad (3.15)$$

čia: $K_r = 1$ – koeficientas, apibūdinantis apdirbamojo plieno grupę,

$n = 1$ – laipsnio rodiklis.

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{1,25} = 1,32,$$

$$K_v = 1,32 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 0,83,$$

$$v = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,3^{0,35}} \cdot 1,32 = 250,6 \text{ (m/min)}.$$

5. Apskaičiuojamas ruošinio sukimosi dažnis n , r/min.

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D}, \quad (3.16)$$

$$n = \frac{250,6 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20} = 3990 \text{ r/min},$$

Sukimosi dažnio su staklių pasu suderinti nereikia, nes staklės pajėgia pasiekti tikslų apsisukimų skaičių. Priimame $n_{st} = 1133 \text{ r/min}$.

6. Apskaičiuojame minutinę pastūmą S_m , mm/min.

$$S_m = n_{st} \cdot s, \quad (3.17)$$

$$S_m = 3990 \cdot 0,3 = 1197 \text{ mm/min}.$$

7. Apskaičiuojamas tikrasis pjovimo greitis v_t , m/min.

$$v_t = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{st}}{1000}, \quad (3.18)$$

$$v_t = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 3990}{1000} = 250,6 \text{ m/min}$$

8. Apskaičiuojamos pjovimo jėgos P dedamosios.

$$P_{z,y,x} = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v_t^n \cdot K_p, \quad (3.19)$$

čia: P_z, P_y, P_x - tangentinė, radialinė ir ašinė pjovimo jėgos dedamosios išilginio, skersinio tekimo, griovelių įpjovimo, atpjovimo ir fasoninio tekimo atveju.

Pataisos koeficientas apskaičiuojamas:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (3.20)$$

čia: K_{mp} – koeficientas įvertinantis apdirbamos medžiagos įtaką pjovimo jėgai,

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_u}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0.75} = 0,85. \quad (3.21)$$

čia: σ_u – plieno stiprumo riba, MPa,

n – koeficientas parenkamas iš lentelės kietlydiniui.

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ - koeficientai, įvertinantys peilio geometrijos įtaką.

P_z :	$C_p = 300$	$x = 1$	$y = 0,75$	$n = -0,15$	
	$K_{\varphi p} = 0,89$	$K_{\gamma p} = 1$	$K_{\lambda p} = 1$	$K_{mp} = 0,85$	$K_{rp} = 0,93$
P_y :	$C_p = 243$	$x = 0,9$	$y = 0,6$	$n = -0,3$	
	$K_{\varphi p} = 0,5$	$K_{\gamma p} = 1$	$K_{\lambda p} = 1$	$K_{mp} = 0,85$	$K_{rp} = 0,82$
P_x :	$C_p = 339$	$x = 1$	$y = 0,5$	$n = -0,4$	
	$K_{\varphi p} = 1,17$	$K_{\gamma p} = 1$	$K_{\lambda p} = 1$	$K_{mp} = 0,85$	$K_{rp} = 1$

Suskaičiuojame pataisos koeficientus dedamosioms:

$$P_z: K_p = 0,85 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,704,$$

$$P_y: K_p = 0,85 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,349,$$

$$P_x: K_p = 0,85 \cdot 1,17 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,995.$$

9. Pjovimo jėgos dedamosios tekinant:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 4^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 250,6^{-0,15} \cdot 0,704 = 1495,17 N,$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 4^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 250,6^{-0,3} \cdot 0,349 = 273,96 N,$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 4^1 \cdot 0,3^{0,5} \cdot 250,6^{-0,4} \cdot 0,995 = 813,31 N$$

10. Apskaičiuojama pjovimui reikalinga galia, kW.

$$N = \frac{P_z \cdot v_t}{60 \cdot 1020}, \quad (3.22)$$

čia: P_z – pjovimo jėgos dedamoji, N,
 v_t – pjovimo greitis, m/min.

Tai:

$$N = \frac{1495,17 \cdot 250,6}{60 \cdot 1020} = 6,12 \text{ kW}.$$

Pagrindiniai pjovimo režimai turi tenkinti sąlygą:

$$N \leq N_v \cdot \eta, \quad (3.23)$$

čia: N_v – pagrindinio elektros variklio galia, kW; $N_v = 11 \text{ kW}$,
 $\eta = 0,75$ – staklių pavaros naudingumo koeficientas.

$$6,12 < 8,25 \text{ (sąlyga tenkinama)}$$

11. Apskaičiuojamas pagrindinis laikas T_m , min. tekinimo operacijai atlikti.

$$T_m = \frac{L}{S_m}, \quad (3.24)$$

čia: L – darbo eigos ilgis, mm,
 S_m – minutinė pastūma, mm/min.

$$L = l + l_{is} + l_{pr} \quad (3.25)$$

čia: l – apdirbamo paviršiaus ilgis: 40 mm,
 l_{is} – atstumas peiliui įsipjauti iki pilno gylio: 8 mm,
 l_{pr} – peilio praėjimo už apdirbtojo paviršiaus dydis: 0 mm.

Tai:

$$L = 40 + 8 + 0 = 48 \text{ mm}.$$

Tada pagrindinis laikas T_m , min:

$$T_m = \frac{48}{1197} = 0,04 \text{ min}.$$

Dviems operacijoms pjovimo režimus paskaičiavome, tuo pačiu suradome pjovimo jėgos dedamąsias. O likusioms operacijoms ir perėjimams pjovimo režimus pateikiame lentelės forma (3.9 lentelė).

Pjovimo režimai

Operacijos Nr.	Perėjimo Nr.	Operacija	Staklės	Apsisukimų skaicius n, r/min.	Pjovimo greitis v, m/min.	Pjovimo gylis t, mm.	Pastūma s, mm/aps	Minutinė pastūma s _m mm/min
Tekinimas								
010	1	Galinio paviršiaus 1 vienkartinis tekinimas	Tekinimo automatas „Hyundai - Kia SKT 15 LM CNC“.	2390	149	0,5	0,4	955
	2	Galinio paviršiaus 1 centravimas		2390	149	2	0,4	955
020	1	Paviršių 5, 9, 10, 11 tekinimas		2390	149	2	0,4	955
	2	Paviršių 2, 3, 4 tekinimas		2390	149	3	0,4	955
	3	Paviršių 6, 7, 8 tekinimas		2390	149	1	0,4	955
	4	Paviršiaus 3 sriegimas		640	20	0,75	0,125	100
030	1	Galinio paviršiaus 18 vienkartinis tekinimas		2390	149	0,5	0,4	955
	2	Paviršių 17, 16, 14 tekinimas		2390	149	2	0,4	955
	3	Paviršių 12, 13 tekinimas		290	149	4	0,4	955
	4	Paviršiaus 15 griovelio įpjovimas		3260	82	0,45	0,05	163
	5	Paviršiaus 16 sriegimas		800	20	0,65	0,125	80
Frezavimas								
010	1	Išorinio paviršiaus 8 glotnus frezavimas	Vertikalus apdirbimo centras „Mazak Nexus 410A-II“.	800	27	3	0,02 mm/danč.	64

3.9. Technologinio proceso normavimas

Darbo normavimas atliekamas kiekvienai operacijai. Programinėmis tekinimo staklėmis operacijos vienetinio laiko norma apskaičiuojama pagal formulę:

$$T_v = (\sum T_a + T_p \cdot K_p) \left(1 + \frac{a_a + a_p}{100} \right), \quad (3.26)$$

čia: T_a – automatinio staklių darbo pagal programą laikas,

T_p – pagalbinių laikas, min,

$K_p = 0,66$ – pataisos koeficientas,

$a_a + a_p = 10\%$ – darbo vietos aptarnavimo ir poilsio laikas,

Staklių automatinio darbo laikas T_a apskaičiuojamas pagal formulę:

$$T_a = T_{am} + T_{ap}, \quad (3.27)$$

čia: T_{am} – automatinis mašininis tiesioginio pjovimo laikas,

T_{ap} – automatinis pagalbinių laikas įrankiui greitai priartinti, atitraukti ir pakeisti.

Paprastai automatinis mašininis laikas T_{am} , min. apskaičiuojamas pagal formulę:

$$T_{am} = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{L \cdot i}{s_m}, \quad (3.28)$$

čia: L – darbo eigos ilgis, mm. apskaičiuojamas iš formulės:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \quad (3.29)$$

l – apdirbamo paviršiaus ilgis, mm,

l_1 – įsigilinimo dydis, mm,

l_2 – priartinimo dydis, mm,

l_3 – atitraukimo dydis, mm,

i – darbo eigų skaičius,

n – špindelio sukimosi dažnis, r/min,

s – pastūma, mm/aps,

s_m – minutinė pastūma, mm/min.

Tekinimo operacija 010.

1. Išorinio paviršiaus 1 vienkartinis tekinimas.

Apskaičiuojamas darbo eigos ilgis iš 3.29 formulės:

$$L = 20 + 0,5 + 1 + 1 = 22,5 \text{ mm.}$$

Mašininis laikas randamas iš 3.28 formulės:

$$T_{am} = \frac{22,5 \cdot 1}{955,2} = 0,024 \text{ min.}$$

Automatinis pagalbinis laikas T_{ap} priklauso nuo staklių tipo ir susideda iš trijų dalių:

$$T_{ap} = t_k + t_{pr} + t_{poz}, \quad (3.30)$$

čia: t_k – revolverinės galvutės pasukimo per vieną pozicijos laikas, min,

t_{pr} – įrankio priartinimo laikas,

t_{poz} – įrankio tikslus pozicionavimo laikas.

Tai pagalbinis laikas T_{ap} , min.:

$$T_{ap} = 0,02 + 0,03 + 0,10 = 0,15 \text{ min.}$$

2. Išorinio paviršiaus 1 centravimas.

Apskaičiuojamas darbo eigos ilgis iš 3.29 formulės:

$$L = 4 + 2 + 1 + 1 = 8 \text{ mm.}$$

Mašininis laikas randamas iš 3.28 formulės:

$$T_{am} = \frac{8 \cdot 1}{955,2} = 0,008 \text{ min.}$$

Apskaičiuojamas pagalbinis laikas T_{ap} iš 3.30 formulės:

$$T_{ap} = 0,02 + 0,03 + 0,10 = 0,15 \text{ min.}$$

Tada apskaičiuojamas staklių automatinio darbo laikas T_a , min. pagal 3.27 formulę:

$$T_a = 0,024 + 0,15 + 0,008 + 0,15 = 0,332 \text{ min.}$$

Tai vienetinio laiko norma T_v , min, apskaičiuojama iš 3.26 formulės:

$$T_v = (0,332 + 0,61 \cdot 0,66) \left(1 + \frac{10\%}{100} \right) = 0,81 \text{ min.}$$

Tekinimo operacija 020.

1. Išorinių paviršių 5, 9, 10, 11 tekinimas.

Apskaičiuojamas darbo eigos ilgis iš 3.29 formulės:

$$L = 104 + 2 + 2 + 1 = 109 \text{ mm.}$$

Mašininis laikas randamas iš 3.28 formulės:

$$T_{am} = \frac{109 \cdot 1}{955,2} = 0,114 \text{ min.}$$

Apskaičiuojame pagalbinį laiką T_{ap} , min.:

$$T_{ap} = 0,03 + 0,10 = 0,13 \text{ min.}$$

2. Paviršių 2, 3, 4 tekinimas.

Apskaičiuojamas darbo eigos ilgis iš 3.29 formulės:

$$L = 20 + 2 + 2 + 1 = 25 \text{ mm.}$$

Mašininis laikas randamas iš 3.28 formulės:

$$T_{am} = \frac{25 \cdot 2}{955,2} = 0,052 \text{ min.}$$

Apskaičiuojame pagalbinį laiką T_{ap} , min.:

$$T_{ap} = 0,03 + 0,10 = 0,13 \text{ min.}$$

3. Paviršių 6, 7, 8 tekinimas.

Apskaičiuojamas darbo eigos ilgis iš 3.29 formulės:

$$L = 64 + 1 + 1 + 1 = 67 \text{ mm.}$$

Mašininis laikas randamas iš 3.28 formulės:

$$T_{am} = \frac{67 \cdot 1}{955,2} = 0,07 \text{ min.}$$

Apskaičiuojame pagalbinį laiką T_{ap} , min.:

$$T_{ap} = 0,03 + 0,10 + 0,02 = 0,15 \text{ min.}$$

4. Paviršio 3 sriegimas.

Apskaičiuojamas darbo eigos ilgis iš 3.29 formulės:

$$L = 16 + 0,75 + 1 + 1 = 18,75 \text{ mm.}$$

Mašininis laikas randamas iš 3.28 formulės:

$$T_{am} = \frac{18,75 \cdot 1}{80} = 0,234 \text{ min.}$$

Apskaičiuojame pagalbinį laiką T_{ap} , min.:

$$T_{ap} = 0,03 + 0,10 + 0,02 = 0,15 \text{ min.}$$

Tada apskaičiuojamas staklių automatinio darbo laikas T_a , min. pagal 3.27 formulę:

$$T_a = 0,114 + 0,13 + 0,052 + 0,13 + 0,07 + 0,15 + 0,234 + 0,15 = 1,03 \text{ min.}$$

Tai vienetinio laiko norma T_v , min, apskaičiuojama iš 3.26 formulės:

$$T_v = (1,03 + 0,61 \cdot 0,66) \left(1 + \frac{10\%}{100} \right) = 1,58 \text{ min.}$$

Tekinimo operacija 030.

1. Galinio paviršiaus 18 vienkartinis tekinimas:

Apskaičiuojamas darbo eigos ilgis iš 3.29 formulės:

$$L = 20 + 0,5 + 1 + 1 = 22,5 \text{ mm.}$$

Mašininis laikas randamas iš 3.28 formulės:

$$T_{am} = \frac{22,5 \cdot 1}{955,2} = 0,024 \text{ min.}$$

Automatinis pagalbinis laikas T_{ap} , min. apskaičiuojamas iš 3.30 formulės:

$$T_{ap} = 0,02 + 0,03 + 0,10 = 0,15 \text{ min.}$$

2. Paviršių 17, 16, 14 tekinimas.

Apskaičiuojamas darbo eigos ilgis iš 3.29 formulės:

$$L = 20 + 2 + 2 + 1 = 25 \text{ mm.}$$

Mašininis laikas randamas iš 4.3 formulės:

$$T_{am} = \frac{25 \cdot 5}{955,2} = 0,026 \text{ min.}$$

Tai pagalbinis laikas T_{ap} , min. apskaičiuojamas iš 3.30 formulės:

$$T_{ap} = 0,03 + 0,10 = 0,13 \text{ min.}$$

3. Paviršių 12, 13 tekinimas.

Apskaičiuojamas darbo eigos ilgis iš 3.29 formulės:

$$L = 62 + 4 + 4 + 1 = 71 \text{ mm.}$$

Mašininis laikas randamas iš 3.28 formulės:

$$T_{am} = \frac{71 \cdot 2}{955,2} = 0,149 \text{ min.}$$

Tai pagalbinis laikas T_{ap} , min. apskaičiuojamas iš 3.30 formulės:

$$T_{ap} = 0,03 + 0,10 = 0,15 \text{ min.}$$

4. Paviršiaus 15 griovelio įpjovimas.

Apskaičiuojamas darbo eigos ilgis iš 3.29 formulės:

$$L = 2 + 0,45 + 1 + 1 = 4,45 \text{ mm.}$$

Mašininis laikas randamas iš 3.28 formulės:

$$T_{am} = \frac{4,45 \cdot 1}{163} = 0,027 \text{ min.}$$

Tai pagalbinis laikas T_{ap} , min. apskaičiuojamas iš 3.30 formulės:

$$T_{ap} = 0,02 + 0,03 + 0,10 = 0,15 \text{ min.}$$

5. Paviršio 16 sriegimas.

Apskaičiuojamas darbo eigos ilgis iš 3.29 formulės:

$$L = 17,5 + 0,625 + 1 + 1 = 20,125 \text{ mm.}$$

Mašininis laikas randamas iš 3.28 formulės:

$$T_{am} = \frac{20,125 \cdot 1}{100} = 0,201 \text{ min.}$$

Tai pagalbinis laikas T_{ap} , min. apskaičiuojamas iš 3.30 formulės:

$$T_{ap} = 0,03 + 0,10 = 0,15 \text{ min.}$$

Tada apskaičiuojamas staklių automatinio darbo laikas T_a , min. pagal 3.27 formulę:

$$T_a = 0,024 + 0,15 + 0,149 + 0,13 + 0,026 + 0,13 + 0,027 + 0,15 + 0,201 + 0,15 = 1,137 \text{ min.}$$

Tai vienetinio laiko norma T_v , min, apskaičiuojama iš 3.26 formulės:

$$T_v = (1,137 + 0,61 \cdot 0,66) \left(1 + \frac{10\%}{100} \right) = 1,69 \text{ min.}$$

Randomame visų perėjimų automatinį darbo laiką T_a , min.:

$$\sum T_a = 0,332 + 1,03 + 1,137 = 2,499 \text{ min.}$$

Randomame visų perėjimų automatinį darbo laiką T_a , min.:

$$\sum T_p = 0,15 + 0,13 + 0,13 + 0,15 + 0,15 + 0,13 + 0,13 + 0,15 + 0,15 = 1,27 \text{ min.}$$

Tai vienetinio laiko norma T_v , min, apskaičiuojama iš 3.26 formulės:

$$T_v = (2,499 + 0,61 \cdot 0,66) \left(1 + \frac{10\%}{100} \right) = 3,19 \text{ min.}$$

Gautus techninio normavimo rezultatus surašome į 3.10 lentelę:

3.10 lentelė

Techninio normavimo laikai

Operacija	Automatinio darbo laikas T_a, min.	Pagalbinis laikas T_p, min.	Vienetinis laikas T_v, min.	Bendras operacijų laikas T_b (min)
010 Tekinimas	0,332	0,15	0,81	2,499
020 Tekinimas	1,03	0,56	1,58	
030 Tekinimas	1,137	0,56	1,69	

4. ŽMONIŲ IR APLINKOS SAUGA

Katilą gali aptarnauti suaugę asmenys, susipažinę su katilo veikimo principu ir katilo konstrukcija.

- Kūrenant katilą drėgnu kuru (malkomis ar pjuvenomis), susidariusiam kondensatui besijungiant su degimo produktais, susidaro rūgštys, kurios sutrumpina katilo tarnavimo laiką kelis kartus.
- Draudžiama katilą kūrenti smulkiomis medžio atliekomis (dulkėmis), nes galimas sprogimo pavojus ar smulkių nesudegusių kuro dalelių išmetimas iš kamino [18].

4.1. Saugumo technikos reikalavimai

Draudžiama:

- Savavališkai ardyti konstrukciją ar elektros instaliaciją;
- šalia arba ant paties degiklio(katilo) džiiovinti kurą ar kitus lengvai degančius daiktus;
- įdegti degiklį ir katilą lengvai užsidegančiais skysčiais (benzinu, žibalus ir t.t.);
- saugoti kurą arčiau 0,5 m nuo įrenginio;
- kūrenti katilą su atidarytomis durelėmis ir dangčiais ;
- palikti vaikus be suaugusiųjų priežiūros prie veikiančio įrenginio;
- eksploatuoti įrenginį tinkamai neįžeminus degiklio (katilo) korpuso;
- staigiu judesiu degimo metu atidaryti katilo dureles. Esant reikalui katilo dureles galima praverti, po to lėtai atidaryti;
- eksploatuoti įrenginį su neuždarytu bunkerio dangčiu;
- valyti ir ardyti įrenginį, kada įjungtas elektrinis maitinimas;
- šalinti įstrigimus, maišyti kurą, papildyti kuro bunkerį esant įjungtai kuro padavimo sistemai;

Būtina:

- variklį ar ventiliatorių valyti sausu šepėčiu;
- sekti, kad elektrinio maitinimo laidai, būtų nutolę nuo įkaitusių katilo ir degiklialinių angos ne mažiau kaip 70 mm; [18].

4.2. Katilo montavimas

Įrenginys montuojamas patalpose, atitinkančiose RSN - 159 - 95 ir RPST - 01 - 97 reikalavimus ir pagal kietojo kuro šildymo krosnių įrengimo taisykles ST 8860273.02:1998.[18].

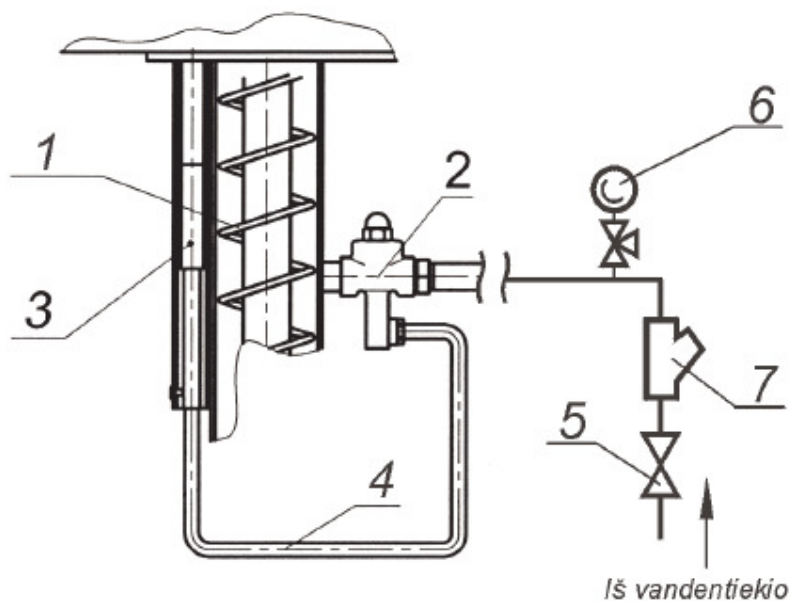
4.3. Priešgaisriniai reikalavimai

- Minimalūs atstumai nuo įrenginio iki patalpų sienų - 0,5 m;
- įrenginys privalo būti sumontuotas ant nedegaus pagrindo. Atstumas iki degių atitvarų, turi būti ne mažesnis nei: iš šonų ir nugaros - 0,8 m, iš priekio - 1,2 m, bei iš viršaus - 2 m;
- kad išvengti ugnies plitimo iš katilo į kuro bunkerį, ant kuro padavimo kanalo montuojamas automatinis gesinimo vožtuvas (žr. 6.1 1 pav.):
 - temperatūrinio daviklio suveikimo temperatūra 95 °C;
 - slėgis vandentiekio magistralėje neturi būti didesnis 0,5 MPa;

Apsaugai nuo kuro užsiliepsnojimo kanale ant kuro kanalo montuojamas priešgaisrinis termostatas. Temperatūrai ant kuro padavimo kanalo pasiekus 75 °C , kuro padavimo sraigtas automatiškai 30 s suksis, kad išvengtų tolimesnio liepsnos patekimo į kuro bunkerį. Užsiliepsnojęs kuras bus stumiamas į katilo pakurą. Suveikus priešgaisriniam termostatui, oro padavimas sustabdomas automatiškai, displėjuje pranešama apie priešgaisrinio termostato suveikimą (gedimą), bei girdima garsinė signalizacija. Tik atvėsus priešgaisrinio termostato kapiliarui, displėjuje nebebus pranešama apie gedimą ir garsinė signalizacija išsijungs. Iš katilo pakuros išvalius išstumtą kurą ir atšalus priešgaisrinio termostato kapiliarui, katilą galima kurti iš naujo.

Dėmesio! Kūrenti degiklį medžio dulkėmis draudžiama, nes galimas sprogo pavojus!

Pastaba: Kūrenantis katilui, jo durelės, pakuros, užkrovimo ir bunkerio dangtis, turi būti sandariai uždaryti. [18].



4.1 pav. Avarinio gesinimo sistema

1 – Spiralinė pavara, 2 – Išleidimo vožtuvas, 3 - Temperatūros daviklis, 4 - Kapiliaras, 5 - Uždaromoji sklendė, 6 -Manometras su kraneliu, 7 - Filtras.

4.4. Įrenginio elektrinės dalies prijungimo reikalavimai

- Katilą ir bunkerio korpusą reikia įžeminti pagal EIT reikalavimus;
- įrenginio elektrinės dalies prijungimo darbus gali atlikti asmuo turintis elektriko kvalifikaciją ir leidimą - licenziją montavimo darbų vykdymui;
- montavimo darbus vykdyti pagal paruoštą projektą. [18].

4.5. Kapiliarinių termostatų sumontavimas

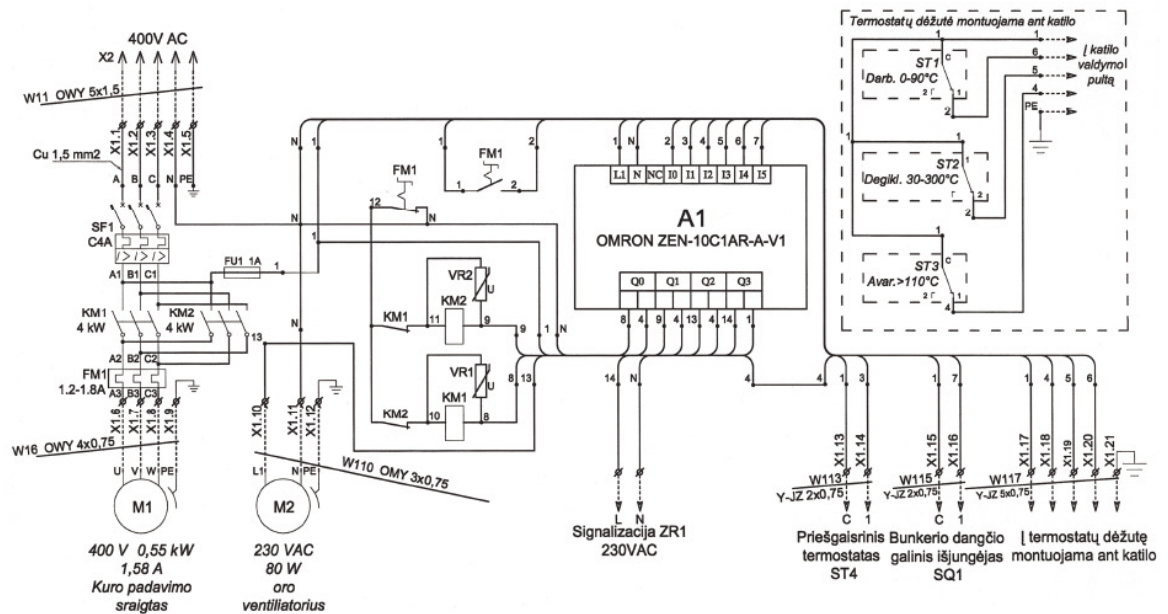
Valdymo skyde yra sumontuoti 4 kapiliariniai termostatai:

- ST1 - darbinis termostatas reguliuoja iš katilo ištekancio vandens pageidaujama temperatūra, jo jutiklis montuojamas ant katilo korpuso viršaus;
- ST2 - degimo kontrolės termostatas kontroliuoja ar vyksta degimo procesas. Jo kapiliarinis jutiklis tvirtinamas ant degiklio viršutinės dalies.
- ST3 - avarinio termostato jutiklis šalia ST1 jutiklio;

- ST4 - priešgaisrinis termostatas. Priešgaisrinį termostatą laikyti nustatytą 75 °C temperatūrai;
Užsidegus kurui padavimo kanale, išstumia degantį kurą į katilą. Jo kapiliaras tvirtinamas šalia automatinės gesinimo sistemos kapiliaro.[18].

4.6. Valdymo skydo pajungimas

Valdymo skydo pajungimo darbai turi būti atliekami esant išjungtai maitinimo įtampai ir laikantis saugumo technikos reikalavimų. Darbus privalo atlikti kvalifikuotas specialistas. Skydo elektrinė principinė schema parodyta 6.4 pav.



4.2 pav. Valdymo skydo prijungimo schema.

4.7. Katilo utilizavimas

Kadangi katilas sukonstruotas iš įvairių medžiagų, pasibaigus jo tarnavimo laikui, išmontuotą katilą reikia išardyti ir utilizuoti:

- elektrinius prietaisus, jei tokių yra, reikia priduoti organizacijai perdirbančiai elektrinius prietaisus,
- metalines dalis priduoti į metalo laužą,
- likusius medžiagas - į sąvartyną.

Utilizavimo veiksmai turi atitikti vartotojo šalies įstatymus bei taisykles [18].

5. EKONOMINĖ DALIS

5.1. Projektuojamo gaminio savikainos kalkuliacija

5.1 lentelėje pateiktas gaminio savikainos apskaičiavimas, kuris pildomas, kai atlikti visi tarpiniai skaičiavimai [22].

5.1 lentelė

Gaminio savikainos apskaičiavimas

	Išlaidų straipsnis	Išlaidos, Lt
I.	Gaminio projektavimo ir technologinio rengimo išlaidos	
a)	projektavimo darbai	7382,24
b)	technologijos paruošimo darbai	71154,72
	Iš viso projektavimo ir technologinio rengimo išlaidų	78536,96
II.	Tiesioginės gamybos išlaidos:	
1.	Tiesioginės medžiagų sąnaudos:	
a)	medžiagų ir žaliavų išlaidos	600598,87
b)	grįžamosios atliekos	650
c)	pagalbinių medžiagų išlaidos	124195,04
d)	pusgaminių, komplektuojamų gaminių, atsarginių detalių išlaidos	741663,46
2.	Tiesioginės darbo apmokėjimo sąnaudos (pagrindinės gamybos darbininkams):	
a)	darbo užmokestis	12787,41
b)	socialinis draudimas	3964,11
	Iš viso tiesioginių gamybos išlaidų	1483858,89
III.	Netiesioginės gamybos išlaidos:	
a)	energijos išlaidos technologiniams tikslams	17381,2
b)	vandens išlaidos	70,77
c)	aptarnaujančio personalo darbo užmokesčio ir socialinio draudimo išlaidos	6138,66
d)	patalpų šildymo išlaidos	2000
e)	patalpų apšvietimo išlaidos	1395
f)	ilgalaikio turto nusidėvėjimas	28023,03
	Iš viso netiesioginių gamybos išlaidų	55008,66
	Gamybos savikaina	1617404,51
IV.	Veiklos sąnaudos	51831,15
V.	Iš viso išlaidų	1669235,66
	Gamybos programa, vnt.	400
	Vieno gaminio išlaidos	13575,36
	Gaminio pardavimo kaina	21000

5.1.1. Projektavimo darbų sąnaudos

5.2 lentelė

Projektavimo darbų laiko sąnaudos

Eil. Nr.	Projektavimo darbų charakteristika	Vienos detalės laiko sąnaudos, val.	Brėžinių skaičius	Visų detalių laiko sąnaudos, val.
1.	Techninė užduotis	1	1	1
2.	Techninis projektas	7	1	7
3.	Darbo brėžiniai	1	170	170
4.	Surinkimo brėžiniai	2	18	36
5.	Brėžinių kontrolė	0,8	188	150,4
6.	Specifikacijų ir techninių sąlygų sudarymas	1	188	188
7.	Bandomojo pavyzdžio gamyba	1	170	170
8.	Brėžinių po bandymų taisymas	0,3	170	51
9.	Darbų apiforminimas	0,5	188	94
10.	Kopijavimo darbai	0,01	188	1,88
	Iš viso			869,28

Apskaičiavus projektavimo darbų laiko sąnaudas, skaičiuojamos projektuotojų darbo apmokėjimo sąnaudos.

5.3 lentelė

Projektuotojų darbo apmokėjimo sąnaudos

Eil. Nr.	Projektavimo darbų charakteristika	Visų detalių laiko sąnaudos, val.	Visų detalių laiko sąnaudos, (dienomis)	Vidutinis dienos darbo užmokestis, Lt	Apmokėjimo suma, Lt
1.	Techninė užduotis	1	0,13	50,7	6,59
2.	Techninis projektas	7	0,88	50,7	44,62
3.	Darbo brėžiniai	170	21,25	46,8	994,5
4.	Surinkimo brėžiniai	36	4,5	46,8	210,6
5.	Brėžinių kontrolė	150,4	18,8	46,8	879,84
6.	Specifikacijų ir techninių sąlygų sudarymas	188	23,5	46,8	1099,8
7.	Bandomojo pavyzdžio gamyba	170	21,25	42,9	911,63
8.	Brėžinių po bandymų taisymas	51	6,38	42,9	273,7
9.	Darbų apiforminimas	94	11,75	39	458,25
10.	Kopijavimo darbai	1,88	0,24	39	9,36
	Iš viso	869,28	108,68	452,4	4888,89

Gaminio projektavimo sąnaudų apskaičiavimas pateiktas 5.4 lentelėje.

Gaminio projektavimo sąnaudos

Eil. Nr.	Kalkuliaciniai straipsniai	Suma, Lt
1.	Medžiagų sąnaudos (iki 5% nuo darbo užmokesčio)	244,45
2.	Darbo užmokesčio sąnaudos	4888,89
3.	Socialinės draudimo sąnaudos (31% nuo darbo užmokesčio)	1515,56
4.	Veiklos sąnaudos (15% nuo darbo užmokesčio)	733,34
	Iš viso	7382,24

5.1.2. Technologinis gamybos paruošimas**Ruošinių gamybos technologijos darbo užmokesčio sąnaudos**

Eil. Nr.	Darbų rūšis	Ruošinių skaičius, vnt.	Darbų imlumas, val.	Valandinis įkainis, Lt	Išlaidos ruošinio gamybos technologijai, Lt
1	Detalės (-ių) technologiškumo analizė	170	6,0	14	14280
2	Ruošiniui pagaminti technologijos paruošimas	170	4,0	14	9520
	Iš viso				23800

Mechaninio apdirbimo technologijos darbo užmokesčio sąnaudos

Darbų rūšis	Detalių skaičius, vnt.	Darbų imlumas, val.	Valandinis įkainis, Lt	Išlaidos detalių gamybos technologijai, Lt
Mechaninio apdirbimo technologijos parengimas	170	3	16,8	8568
Iš viso				8568

5.7 lentelė

Kitų technologinių procesų darbo užmokesčio sąnaudos

Eil. Nr.	Darbų rūšis	Detalių (surinkimo vienetų) skaičius, vnt.	Darbo imlumas, val.	Valandinis įkainis, Lt	Išlaidos ruošinio gamybos technologijai, Lt
1	Suvirinimo darbų technologijos parengimas	27	4	15,4	1663,2
2	Surinkimo ir šaltkalviškų darbų technologijos paruošimas	188	4	15,4	11580,8
	Iš viso				13244

5.8 lentelė

Gaminio technologinio parengimo sąnaudos

Eil. Nr.	Kalkuliaciniai straipsniai	Suma, Lt
1	Materialinės ir joms prilygintos sąnaudos (10% nuo darbo užmokesčio)	4561,2
2	Darbo užmokesčio sąnaudos	45612
3	Socialinis draudimas (31% nuo darbo užmokesčio)	14139,72
4	Veiklos sąnaudos (15% nuo darbo užmokesčio)	6841,8
	Iš viso	71154,72

5.2. Tiesioginės medžiagų sąnaudos

5.9 lentelė

Pagrindinių medžiagų vertė

Eil. Nr.	Medžiagos pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis 400 vnt.	Kaina	suma
1	Lapas $\neq$ 0,8 pl 3 š/v /S 235JRG2	kg	18240	2,55	46512
2	Lapas $\neq$ 1,2 pl 3 š/v /S 235JRG2	kg	96	2,55	244,8
3	Lapas $\neq$ 1,5 pl 3 š/v /S 235JRG2	kg	3480	2,55	8874
4	Lapas $\neq$ 2 pl 3/S 235JRG2	kg	616	2,2	1355,2
5	Lapas $\neq$ 2,5 pl 3/S 235JRG2	kg	692	2,2	1522,4
6	Lapas $\neq$ 2,5 cinkuota skarda	kg	56	2,9	162,4
7	Lapas $\neq$ 3 pl 3/S 235JRG2	kg	4800	2,2	10560
8	Lapas $\neq$ 4 pl 3/S 235JRG2	kg	63600	2,2	139920

5.9 lentelės tęsinys kitame puslapyje.

5.9 lentelės tęsinys.

9	Lapas $\neq$ 5 pl 3/S 235JRG2	kg	144	2,2	316,8
10	Lapas $\neq$ 6 pl 3/S 235JRG2	kg	155640	2,2	342408
11	Lapas $\neq$ 8 pl 3/S 235JRG2	kg	980	2,25	2205
12	Lapas $\neq$ 10 pl 3/S 235JRG2	kg	824	2,25	1854
13	Juosta 60x6 pl 3/S 235JRG2	kg	2280	2,6	5928
14	Juosta 100x6 pl 3/S 235JRG2	kg	1760	2,6	4576
15	Juosta 110x6 pl 3/S 235JRG2	kg	3120	2,6	8112
16	Strypas srieginis M8 DIN 975	m	88	1,8	158,4
17	Strypas $\emptyset$ 4 pl 3/S 235JRG2	kg	10,4	3,8	39,52
18	Strypas $\emptyset$ 8 pl 3/S 235JRG2	kg	256	2,35	601,6
19	Strypas $\emptyset$ 10 pl 3/S 235JRG2	kg	160	2,35	376
20	Strypas $\emptyset$ 12 pl 3/S 235JRG2	kg	1728	2,35	4060,8
21	Strypas $\emptyset$ 16 pl 3/S 235JRG2	kg	1348	2,35	3167,8
22	Strypas $\emptyset$ 20 pl 3/S 235JRG2	kg	168	2,35	394,8
23	Strypas $\emptyset$ 25 pl 3/S 235JRG2	kg	132	2,35	310,2
24	Strypas $\emptyset$ 30 pl 3/S 235JRG2	kg	268	2,4	643,2
25	Strypas $\emptyset$ 22 nerūd. plien. 12X18H9T	kg	80	14,5	1160
26	Vielā II-2 GOST 9389-75 $\emptyset$ 2	kg	4,8	3,5	16,8
27	Vamzdis $\emptyset$ 10x1,5 GOST 8732	m	32	1,7	54,4
28	Vamzdis 15x2,8 GOST 3262	m	80	3,95	316
29	Vamzdis 20x2,8 GOST 3262-75	m	5	4,5	22,5
30	Vamzdis $\emptyset$ 32x4 GOST 8732	m	32	13,1	419,2
31	Vamzdis 50x3,5 GOST 3262	m	160	11,85	1896
32	Vamzdis 100x4,5 GOST 3262	m	11,2	64	716,8
33	Vamzdis 120x80x4 pl S235	m	100	35,5	3550
34	Kampuotis 40x40x4 pl 3/S 235JRG2	kg	1200	2,1	2520
35	Pleištas 8x7x45 DIN 6885	vnt	400	0,64	256
36	Pleištas 8x7x100 DIN 6885	vnt	400	0,94	376
37	Mova 2 “ L=66 GOST 8966-75	vnt.	800	3,48	2784
38	Mova 1/2“ L=34	vnt.	400	0,97	388

39	Aklė 1/2“ šp.	vnt.	800	1,79	1432
40	Aklė 2“ vid. sriegiu T1 2“	vnt.	400	0,97	388
	Iš viso				600598,87

5.10 lentelė

Grįžtamų atliekų vertės skaičiavimas

Eil. Nr.	Atliekų pavadinimas	Atliekų kiekis, kg	Atliekų kaina, Lt/kg	Suma, Lt
1.	Juodo metalo	≈1000	0,65	650
	Iš viso			650

5.11 lentelė

Pagalbinių medžiagų vertė

Eil. Nr.	Medžiagos pavadinimas	Mato vnt.	Kaina	Sunaudota medžiagų	Medžiagų vertė, Lt
1.	Dažai miltel. pol. (09 serijos) Ral 3000 bliz. lyg. (7,98 m ²)	kg	13,78	664	9149,92
2.	Dažai miltel. pol. (09 serijos) Ral 5008 bliz. lyg. (4,52 m ²)	kg	16,18	380	6148,4
3.	Dažai K/A juodi	kg	25	40	1000
4.	Dažai raudoni skvarbūs	kg	40	48	1920
5.	Dažai balti (kreida)	kg	0,41	48	19,68
6.	Dažai K/A aerosoliniai	vnt.	4,85	24	116,4
7.	Gruntas juodas matin. antikoroz. MALKOR	kg	6,99	192	1342,08
8.	Gruntas FSA 05 SINTOPRIMER rudas	kg	6,82	300	2046
9.	Skiediklis 646	l	3,75	560	2100
10.	Klijai „Lipalas“	kg	6,98	84	586,32
11.	K/A silikonas	vnt.	9,68	120	1161,6
12.	Gyvatukas AAG17	vnt.	147,97	400	59188
13.	Linai (pakulos)	kg	22,13	8	177,04
14.	Suvirinimo viela	kg	3,75	5800	21750
15.	Suvirinimo elektrodai	kg.	4,95	320	1584
16.	Aerolis „Binzel“	vnt.	4,73	720	3405,6
17.	Argono-angliarūgšties mišinys	bal.	62,5	200	12500
	Iš viso				124195,04

Įsigyjamų pusgaminų, komplektuojamų gaminių vertės skaičiavimas

Eil. Nr.	Pusgaminų komplektuojamų gaminių pavadinimas	Mato vnt.	Pusgaminų komplektuojamų gaminių kiekis, 1600 vnt.	Pusgaminio komplektuojamo gaminio kaina, Lt	Suma, Lt
1.	Varžtas M5x14 DIN 933	vnt.	800	0,06	48
2.	Varžtas M5x30 DIN 933	vnt.	800	0,09	72
3.	Varžtas M6x20 DIN 966	vnt.	1600	0,06	96
4.	Varžtas M6x30 DIN 933	vnt.	800	0,1	80
5.	Varžtas M8x10 DIN 933	vnt.	1600	0,05	80
6.	Varžtas M8x16 DIN 933	vnt.	1600	0,06	96
7.	Varžtas M8x20 DIN 933	vnt.	1600	0,1	160
8.	Varžtas M8x25 DIN 933	vnt.	6400	0,12	768
9.	Varžtas M8x30 DIN 933	vnt.	400	0,13	52
10.	Varžtas M8x40 DIN 933	vnt.	4000	0,14	560
11.	Varžtas M8x50 DIN 933	vnt.	1600	0,17	272
12.	Varžtas M10x40 DIN 933	vnt.	1600	0,18	288
13.	Varžtas M10x45 DIN 933	vnt.	1600	0,23	368
14.	Varžtas M10x50 DIN 931	vnt.	1600	0,17	272
15.	Varžtas M10x70 DIN 933	vnt.	800	0,42	336
16.	Varžtas M10x80 DIN 933	vnt.	800	0,54	432
17.	Varžtas M10x90 DIN 933	vnt.	2000	0,59	1180
18.	Varžtas M12x50 DIN 933	vnt.	1600	0,44	704
19.	Varžtas M12x75 DIN 444	vnt.	800	4,6	3680
20.	Sraigas M4x10 DIN 85	vnt.	800	0,04	32
21.	Sraigas M6x20 DIN 966	vnt.	1600	0,05	80
22.	Veržlė M5 DIN 934	vnt.	2000	0,03	60
23.	Veržlė M5 DIN 315	vnt.	800	0,09	72
24.	Veržlė M8 DIN 934	vnt.	2400	0,06	144
25.	Veržlė M8 DIN 315	vnt.	1600	0,16	256
26.	Veržlė M10 DIN 934	vnt.	3600	0,14	504
27.	Veržlė M12 DIN 934	vnt.	800	0,12	96
28.	Sandarinio žiedas O.ring NBR 90 109,5x3	vnt.	800	1,48	1184
29.	Poveržlė c 6 DIN 9021	vnt.	2400	0,03	72
30.	Poveržlė c 8 DIN 125	vnt.	9600	0,04	384
31.	Poveržlė c 10 DIN 125	vnt.	2000	0,04	80
32.	Poveržlė c 10 DIN 127	vnt.	2000	0,08	160
33.	Poveržlė c 12 DIN 125	vnt.	400	0,12	48
34.	Poveržlė c 16 DIN 125	vnt.	800	0,12	96
35.	Savisriegis 3,9x16 DIN 7983	vnt.	6400	0,04	256
36.	Savisriegis 3,9x16 DIN 7981	vnt.	4800	0,04	192
37.	Savisriegis 3,9x9,5 DIN 7983	vnt.	800	0,04	32
38.	Kniedė Ø12x32	vnt.	800	0,12	96
39.	Kniedė Ø6x20 DIN 660	vnt.	800	0,05	40

40.	Kniedė Ø8x20 plien. cink. DIN 123	vnt.	1600	0,12	192
41.	Kniedė Ø10x22 plien. cink. DIN 123	vnt.	800	0,15	120
42.	Kniedė Ø10x28 plien. cink. DIN 123	vnt.	800	0,16	128
43.	Vielokaištis 4x40	vnt.	400	0,08	32
44.	Ventilis termomanometrai	vnt.	400	3,85	1540
45.	Term. KTM pl.70(244x554)1	m ³	4,56	8514	38823,84
46.	Term. plokštė KTM-ruoš.	vnt.	400	25,29	10116
47.	Termoiz. plokštė KTM-3- 1150 ≠ 30x380x560	vnt.	400	30,74	12296
48.	Termoiz. plokštė KTM-3- 1/800 ≠ 30x129x144	vnt.	800	10,33	8264
49.	Įkamša 14x14	kg.	272	11,30	3073,6
50.	Įkamša minkšta dan. Ø20	m.	40	39	1560
51.	Guma ≠ 2/4	kg.	80	3,7	296
52.	Akmens vata „Paroc“≠50	m ³	21,6	86	1857,6
53.	Akmens vata „Paroc“ folguota	vnt.	6	291	1746
54.	Termomanometras kapiliarinis 1-120C 0-4 bar L-1m	vnt.	400	27	10800
55.	Plėtimosi indas EXPONZOMAT 6 bar.	vnt.	400	130	52000
56.	Termostatinis vožtuvas	vnt.	400	145	58000
57.	Atbulinis vožtuvas RET-02 (horizontalus be tinkelio Ø20)	vnt.	400	40,06	16024
58.	Trišakis 130 B1 3/4"	vnt.	400	2,4	960
59.	Sujungimas išoriniais sriegiais 280 3/4"	vnt.	800	1,4	1120
60.	Alkūnė vidiniu - išoriniu sriegiu 92 A4 3/4"	vnt.	400	1,9	760
61.	Alkūnė išard. vid. sr. 97 UA2 3/4" c	vnt.	400	0,85	340
62.	Alkūnė vid. sr. 30A1 3/4" cink.	vnt.	400	1,6	640
63.	Term. pl. „Keramservis“ paper Supperwool5 (160x160)	m ²	12,28	72,51	890,42
64.	Lankstai - vyriai 33200-060	vnt.	800	2,22	1760
65.	Užraktas TLD.Z - 16,4/102+R	vnt.	400	2,8	1120
66.	Sandarinimo guma 5x10 DIN 7981	m	720	1,56	1123,2
67.	Motoreduktorius GCMM 040/075 U250 P 71K4B3 T1 i=250; sf=1,4; M2=226Nm; n2=5,6 aps/min. d=28 su varikliu DMA-71K4, P=0,25	vnt.	400	765	306000

	kW/1390 aps/min.				
68.	Ekscentrikas	vnt.	400	1,55	620
69.	Durelės	vnt.	800	9,32	7456
70.	Ardeliai 200x400	vnt.	1200	28,28	33936
71.	Sektorius	vnt.	1200	8,36	10032
72.	Rankenėlė juoda plastm. M8	vnt.	1200	2,69	3228
73.	Rankenėlė juoda burb. M6	vnt.	400	1,12	448
74.	Sraigtas M8x80 DIN 571	vnt.	1600	80	128000
75.	Lipdukas N-006.010-LER (kat. įkūrimo sklendė)	vnt.	400	0,85	340
76.	Lipdukas N-006.012-LER (kat. Atidaryta)	vnt.	400	0,3	120
77.	Lipdukas N-006.013-LER (kat. Uždaryta)	vnt.	400	0,3	120
78.	Lipdukas-Techninė lentelė N-001.001-LER	vnt.	400	2,23	892
79.	Lipdukas N-006.005 (gaminio prek. barkokas)	vnt.	400	0,45	180
80.	Lipdukas N-006.014-LER (kat. Antrinio oro sklendė)	vnt.	400	0,85	340
81.	Metalinis ženklas „Katilas“	vnt.	400	2,08	832
	Iš viso				741663,46

5.3. Ilgalaikio turto vertė ir nusidėvėjimas

5.13 lentelė

Įrengimų poreikio ir jų galingumo skaičiavimas

Eil. Nr.	Įrenginių pavadinimas	Kiekis, vnt.	Vertė, Lt		Vieneto galingumas, kW	Galingumų suma, kW
			įrengimo	visų įrengimų		
Įrengimai projektuojamai detalei						
1.	Tekinimo automatas „Hyundai - Kia SKT 15 LM CNC“.	1	350000	350000	11	11
2.	Universalio vertikalios frezavimo staklės „676II“.	1	4500	4500	3	3
I	Iš viso	2		354500		14
Įrengimai kitoms detalėms						
1.	Universalios tekinimo (tekinimo-sriegimo) staklės „LUX“	1	2900	2900	10	10
2.	Programinio valdymo tekinimo staklės „MAGDEBURG - M400 U-2“	1	40000	40000	15	15

5.13 lentelės tęsinys kitame puslapyje.

5.13 lentelės tęsinys.

3.	Vertikalus apdirbimo centras „Mazak Nexus 410A-II“	1	550000	550000	25	25
4.	Lenkimo staklės „Guifil FCS 2550“	1	225000	225000	10	10
II	Iš viso	4		817900		60
Kiti įrengimai						
1.	Vamzdžių ir varžtų sriegimo staklės "REMS"	1	8750	8750	5	5
2.	Įrankių galandymo staklės „ON-800“	1	9135	9135	1,8	1,8
3.	Štampavimo (programinės) staklės „Traumatic TC 3000 R“	1	320000	320000	22	22
4.	Valcavimo staklės „GA-31“	1	4500	4500	5,5	5,5
5.	Lakštų karpymo (giljotininės) staklės „Guifil GHD-1330“	1	235000	235000	20	20
6.	Juostinis pjūklas „STG 320 DGH“	1	11000	11000	18	18
7.	Elektrinis suvirinimo pusautomatis Euro SGA 190/3	5	2300	11500	4	20
III	Iš viso	11		599885		92,3
Transporto priemonės						
1.	Elektrinis krautuvas „J1.60-2.00XMT“	2	9500	19000	4	8
2.	Rankinis hidraulinis keltuvas „LHM200ST“	4	1100	4400	0	0
IV	Iš viso	6		23400		8
	Iš viso (I+II+III+IV)	23		1795685		174,3
V	Pristatymo, montavimo, komplektavimo, derinimo išlaidos (10% nuo (I+II+III+IV) sumos)			244118,5		
	Įsigijimo savikaina I+II+III+IV+V			2685303,5		
	Išlaidos elektros energijai technologiniams tikslams, Lt					17381,2

Ilgalaikio turto nusidėvėjimo skaičiavimas

Materialus ilgalaikis turtas	Įsigijimo vertė, Lt	Likvidacinė vertė, Lt	Sukauptas nusidėvėjimas, Lt	Normatyvas, metais	Nusidėvėjimo suma per metus, Lt	Nusidėvėjimo suma per 1 mėnesį, Lt
Įrengimai projektuojamai detalei	354500	35450	319050	5	63810	5317,5
Įrengimai kitoms detalėms	817900	81790	736110	5	147222	12268,5
Kiti įrengimai	599885	59988,5	539896,5	5	107979,3	8998,28
Transporto priemonės	23400	2340	21060	4	5265	438,75
Iš viso:	1795685	179568,5	1616116,5		324276,3	28023,03

5.4. Darbo užmokesčio išlaidų planavimas

Vieno darbininko efektyvus metinis darbo laiko fondas

Laiko struktūra	Planas
1. Kalendorinis darbo laiko fondas, d.	365
2. Poilsio ir švenčių dienos	112
2.1. Šventės	9
2.2. Poilsio dienos	103
3. Nominalus darbo laiko fondas, d.	253
4. Neatvykimai į darbą (vidutiniškai žmogui), d.	49
4.1. Kasmetinės atostogos	28
4.2. Tikslinės atostogos:	21
4.2.1. Nėštumo ir gimdymo	10
4.2.2. Atostogos vaikui prižiūrėti, kol jam sueis treji metai	5
4.2.3. Mokymosi	2
4.2.4. Kūrybinės	1
4.2.5. Valstybinėms ir visuomeninėms pareigoms atlikti	1
4.2.6. Nemokamos	2
5. Efektyvus darbo laikas, dienomis	204
6. Darbo dienos trukmė, val.	8
7. Darbo dienos sutrumpinimai (vidutiniškai žmogui), val.	0,22
7.1. Už darbą kenksmingomis sąlygomis	0,2
7.2. Paaugliams	0,01
7.3. Maitinančioms motinoms	-

5.15 lentelės tęsinys kitame puslapyje.

5.15 lentelės tęsinys.

7.4.Prieššventinėmis dienomis	0,01
8. Vidutinė darbo dienos trukmė, val.	7,78
9. Efektyvaus darbo laiko fondas, val.	1587

5.16 lentelė

Pagrindinių darbininkų pagrindinio darbo užmokesčio apskaičiavimas

Profesijos pavadinimas	Skaičius	Kvalifikacijos kategorija	Valandinis įkainis, Lt.	Laikas vienai detalei apdirbti, val.	Gamybos programa, vnt.	Dirbta valandų	Darbo užmokestis, Lt.
Tekintojas	1	V	13,6	0,068	400	27,2	369,92
Iš viso	1					27,2	369,92

5.17 lentelė

Tiesioginių darbo užmokesčio išlaidų skaičiavimas

Profesijos pavadinimas		Pagrindinis DU, Lt.	Papildomas DU, Lt.	Bendras DU, Lt.	Atskaitoma soc. draudimui, Lt.	Iš viso DU išlaidų Lt.
Projektuojamai detalei pagaminti	Tekintojas	369,92	36,99	406,91	126,14	533,05
Kitoms detalėms pagaminti	Tekintojas universaliosiomis tekinimo staklėmis	1070	107	1177	364,87	1541,87
	Tekintojas programinėmis tekinimo staklėmis	860	86	946	293,26	1239,26
	Frezuotojas	690	69	759	235,29	994,29
	Lankstytojas	1215	121,5	1336,5	414,32	1750,82
Sriegiavimo operatorius		305	30,5	335,5	104	439,5
Štampuotojas		1215	121,5	1336,5	414,32	1750,82
Valcuotojas		435	43,5	478,5	148,34	626,84
Plieno lakštų karpytojas		745	74,5	819,5	254,05	1073,55
Metalų paruošėjas		570	57	627	194,37	821,37
Suvirintojas		1700	170	1870	579,7	2449,7
Galvaniniai darbai		290	29	319	98,89	417,89
Dažymo darbai		850	85	935	289,85	1224,85
Surinkimo darbai		1310	131	1441	446,71	1887,71
Iš viso				12787,41	3964,11	16751,52

5.5. Netiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas

5.18 lentelė

Vandens, sunaudoto gamybos tikslams, išlaidos

Rodiklis	Staklių, detalių skaičius	Vandens kiekis staklėms, l/val.	Kubinio metro kaina, Lt.	Staklių darbo laikas, val.	Išlaidos šaltam vandeniui, Lt.
Detalių plovimui	5	10	6,09	230	70,04
Aušinimo skysčiui	400	0,6	6,09	200	0,73
Iš viso					70,77

5.19 lentelė

Netiesioginės darbo užmokesčio išlaidos

Eil. Nr.	Profesijos pavadinimas	Darbuotojų skaičius	Mėnesinė alga, Lt.	Papildomas DU, Lt	Atskaitymai soc. draudimui, Lt.	Mėnesio DU išlaidos, Lt.	Iš viso DU išlaidų per 1 mėnesį, Lt.
1.	Elektrikas	1	800	80	272,8	1152,8	1152,8
2.	Įrengimų prižiūrėtojas	1	1070	107	364,87	1541,87	1541,87
3.	Sandelininkas (-ė)	1	1000	100	341	1441	1441
4.	Valytojas (-a)	1	700	70	238,7	1008,7	1008,7
5.	Elektrinio krautuvo vairuotojas	1	690	69	235,29	994,29	994,29
	Iš viso	5					6138,66

5.20 lentelė

Patalpų šildymo išlaidos

Eil. Nr.	Patalpų pavadinimas	Šildomas plotas, m ²	1 kv. m. šildymo kaina, Lt	Šildymo laikotarpis, mėn	Išlaidos šildymui per 5 mėnesius, Lt
1.	Administracinės patalpos	60	5	1	300
2.	Gamybinės patalpos	200	5	1	1000
3.	Sandėlių patalpos	120	5	1	600
4.	Kitos patalpos	20	5	1	100
	Iš viso				2000

Patalpų apšvietimo išlaidos

Eil. Nr.	Patalpų pavadinimas	Patalpų plotas, m ²	Apšvietimo norma, W/ m ²	Apšvietimo laikas val.	Elektros energijos sąnaudos kWh	1 kWh kaina, Lt	Išlaidos už elektros energiją, Lt
1.	Administracinės patalpos	60	60	200	720	0,45	324
2.	Gamybinės patalpos	200	100	100	2000	0,45	900
3.	Sandėlių patalpos	120	60	50	360	0,45	162
4.	Kitos patalpos	20	10	100	20	0,45	9
	Iš viso						1395

5.6. Netiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas

Bendrosios ir administracinės sąnaudos

Eil. Nr.	Sąnaudų pavadinimas	Sąnaudos, Lt	Pastabos
1.	Atlyginimų sąnaudos	7925,5	
2.	Socialinio draudimo sąnaudos	1875,5	
3.	Komandiruočių sąnaudos	475,53	6% nuo atlyginimų sąnaudų
4.	Remonto ir eksploatacijos sąnaudos	35313,7	2% nuo įrengimų vertės
5.	Kanceliarinių prekių ir prenumeratos sąnaudos	160	80 Lt vienam administracijos darbuotojui
6.	Draudimo sąnaudos	-	1% nuo nekilnojamojo turto vertės
7.	Telefoninių pokalbių sąnaudos	140	70 Lt vienam administracijos darbuotojui
	Patalpų nuomos sąnaudos	5900	
8.	Laikinojo socialinio mokesčio sąnaudos	-	4% už 2006 m. (3% už 2007 m.) nuo įmonės apmokestinamojo pelno
11.	Garantinio fondo sąnaudos	40,92	(0,2% nuo darbo užmokesčio)
	Iš viso	51831,15	

Atlyginimų ir socialinio draudimo sąnaudos

Eil. Nr.	Pareigos	Darbuotojų skaičius	Mėnesinė alga, Lt	Atsiskaitymai soc. draudimui, Lt	Mėnesio DU išlaidos, Lt	Iš viso išlaidų, Lt
1.	Buhalteris (-ė)	1	3650	1131,5	4781,5	4781,5
2.	Meistras	1	2400	744	3144	3144
	Iš viso	2	6050	1875,5	7925,5	7925,5

Patalpų nuomos sąnaudos

Nuomojamos patalpos		Kvadratinio metro nuomos kaina, Lt	Nuomos vertė per 1 mėn, Lt
Patalpų rūšis	Patalpų plotas, m²		
Administracinės patalpos	60	36	2160
Gamybinės patalpos	200	11	2200
Sandelių patalpos	120	11	1320
Kitos patalpos	20	11	220
Iš viso			5900

6. IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

Šiame darbe suprojektuotas automatizuotas centrinio šildymo katilas pagal užduotyje nurodytas sąlygas. Iš pradžių atlikta analogiškų katilų variantų analizė. Tada mano manymu išrinktas geriausias variantas ir atlikti techniniai skaičiavimai.

Technologinėje dalyje pilnai aprašiau detalės – rankenėlės visą pagaminimo technologiją, išvada tokia, kad rankenėlė technologiška ir gana lengvai pagaminama detalė, nenaudojamos brangios medžiagos. Serijinei gamybai pagaminti vienos detalės kaina, įskaitant ir štampos kaina 2,81 Lt, o vienetinės gamybos atveju – 1,31 Lt.

Pateikti katilo eksploatacijos reikalavimai kurioje aprašyta kaip teisingai naudotis katilu taip pat pateikti žmonių ir aplinkos saugos reikalavimai.

Ekonominiais skaičiavimais nustatėme orientacinę universalaus kieto kuro katilo kainą 21000 litų. Tai ne galutinė kaina ji gali svyruoti nuo rinkos sąlygų.

Suprojektuoto automatizuoto centrinio šildymo katilo dizainas liko nieko nesiskiriantis nuo kitų panašios konstrukcijos kieto kuro katilų ir į akis krintantis neįšvaizdus bunkeris dėl tos priežasties pirkėjas gali atsisakyti šio katilo. Taigi siūlyčiau truputi pakeisti šio katilo dizainą ir patobulinti bunkerio išvaizdą ir tada rinkoje manau šis katilas konkuruotų dar plačiau.

LITERATŪRA

1. Bražiūnas A. J. Mašinų gamybos technologijos pagrindai. Kaunas: Technologija, 2004. 512p.
2. Rimkus J. Mašinų gamybos technologijos kursinis projektavimas. Šiauliai, 2003. 84p.
3. Šniuolis R. Pjovimo režimų nustatymas mokomoji knyga. Šiauliai, 2009. 49p.
4. Inžinieriaus mechaniko žinynas / Dragūnas B., Pilkauskas K., Stasiūnas A., Stasiūnas R. Vilnius, 1988. 526p.
5. Jurevičius M. Mašinų ir prietaisų gamybos technologija. Kursinio projektavimo metodikos nurodymai ir informacinė medžiaga. Vilnius: Technika, 2006.
6. Ramonas Z. Tekinimas programinėmis staklėmis. Metodiniai nurodymai / Z. Ramonas, A. Bražėnas. Kaunas: Technologija, 1991. 94p.
7. Ramonas Z. Technologijos fakultetų studijų darbų parengimo tvarka / Z. Ramonas, V. Petronis, D. Čikotienė. Šiauliai, 2004. 43p.
8. Справочник технолога машиностроителя Т 2. Москва, 1988.
9. Станочные приспособления Т 1. Москва, 1984.
10. Tekinimo peilių katalogas "Hoffmann Group" Vokietija, 2011/2012m.
11. ĮST 144948958.13:2004, "Centrinio šildymo kietojo kuro katilai iki 300 kW "KALVIS".
12. LST EN 303 – 5:2000, "Šildymo katilai 5 dalis. Rankomis ir automatiškai pakraunami kieto kuro katilai, kurių vardinė galia iki 300 kW. Termija, bendrieji reikalavimai, bandymas ir žymėjimas".
13. LST EN 12953 – 2:2003 2 dalis, "Katilų slėginių dalių ir priedų medžiagos".
14. LST EN 12953 – 3:2003 3 dalis, "Slėginių dalių projektavimas ir skaičiavimas".
15. LST EN 12953 – 5:2003 5 dalis, „Slėginių katilo dalių tikrinimas konstruojant, rengiant dokumentus ir ženklinant“.
16. . UAB „Kalvis“, 1996. 14p Katilai su mechanine pakūra. UAB „Kalvis“, [Internete]. Žiūrėta [2012.05.23], prieiga per internetą: http://www.kalvis.lt/lt/produkcija/sildymo_iranga/automatizuoti_katilai_su_mechanine_pakura
17. LST EN 12809:2002, "Kilnojamieji katilai gyvenamosioms patalpoms šildyti kietu kuru. Vardinė atiduodamoji galia iki 50 kW. Reikalavimo ir bandymo metodai".
18. Techninis pasas, montavimo ir aptarnavimo instrukcija.
19. Koverienė A. Mašinų gamybos įmonių produkcijos savikainos skaičiavimas/A.Koverienė, S.Žičkienė, Z.Ramonas. VšĮ Šiaulių universiteto leidykla, 2006. 29p.
20. Metalų kainos. Žiūrėta [2012.04.25], prieiga per internetą: www.b-a.lt/apvalus-pl-ct-45-DU-60-Konstrukciniai-apvalus-metalai/kaina/internetu/732/11966.

21. Šildymo sistemos [Internetė]. Žiūrėta [2012.05.23], prieiga per internetą:
http://www.inviktus.lt/index.php?content_id=90&menu_id=90
22. Variklis su reduktorium [Internetė]. Žiūrėta [2012.05.28], prieiga per internetą:
<http://www.yrbaltic.eu/images/default/source/attachments/M%20ir%20N%20serijos.pdf>

PRIEDAI

I. PRIEDAS

Kuro rūšys ir jų savybės

UAB „Kalvis“ gaminamų kietojo kuro katilų kūrenimui naudojamas šis atsinaujinančios energijos rūšims priklausantis kuras (biokuras):

- malkos,
- gabalinės medienos atliekos,
- pjuvenų briketai,
- pjuvenų granulės,
- medienos skiedros,
- pjuvenos,
- grūdai,
- grūdų atliekos,
- kitas bandymais nustatytas tinkamas kuras.

Katilai taip pat kūrenami akmens anglimi, durpių briketais bei durpių granulėmis. Šis kuras nepriskiriamas atsinaujinančios energijos rūšims.

Kietojo kuro kokybę nusako 3 pagrindiniai parametrai: kaloringumas, drėgnumas ir peleningumas.

Kaloringumas – tai šilumos kiekis, išsiskiriantis sudegus 1 kg kuro, drėgnumas – drėgmės kiekis kuro masės vienetą, peleningumas – pelenų kiekis sudegus kuro masės vienetui. Kaloringumas matuojamas kJ/kg arba kcal/kg, drėgnumas ir peleningumas – procentais.

1) Malkos, gabalinės medienos atliekos



2 pav. Malkos

Pilnai sudegusi visiškai sausa mediena išskiria 4510 kcal/kg arba 5,20 kWh/kg šilumos. Todėl vertinant atskiras malkų rūšis reikia atsižvelgti į jų lyginamąjį svorį. Žemiau pateikiame vieno kubinio metro įvairių rūšių sausų malkų svorius:

- ąžuolinės – 500 kg,

- beržinės – 450 kg,
- eglinės – 330 kg,
- drebulinės – 330 kg.

Kuo drėgnesnės malkos, tuo mažesnis jų kaloringumas. Ką tik paruoštoje medienoje būna $35 \div 60$ % vandens. Mažiausiai vandens turi žiemos pradžioje paruošta mediena. Kuo kietesnė mediena, tuo joje būna mažiau vandens. Malkoms skirta mediena turi būti supjaustyta, suskaldyta ir išdžiovinta. Metus pastogėje išbuvusios malkos yra $20 \div 25$ % drėgnumo, dvejus – $13 \div 17$ %. Katilų kūrenimui rekomenduojamos malkos, kurių drėgnumas neviršija 25 %.

Kuo drėgnesnis kuras, tuo mažesnė pasiekama vandens šildymo katilo galia. Tai akivaizdžiai matyti šalia pateikiamo grafiko, kur:

K – katilo galios sumažėjimo koeficientas priklausomai nuo kuro drėgnumo
 W – kuro drėgnumas %.

2) Medienos pjuvenų briketai ir granulės



3 pav. a) Medienos pjuvenų briketai, b) Medienos granulės.

Iš kietojo kuro rūšių vis populiresnės tampa medienos pjuvenų granulės, kurios paprastai naudojamos automatizuotam katilų kūrenimui. Šis kuras yra alternatyva brangstančioms dujoms, o vietovėse, kur nėra atvestos gamtinės dujos, jos yra pagrindinis kuras automatizuotam kūrenimui. Tai švarus, natūralus, nekenkiantis aplinkai produktas. Granulės gaminamos iš medienos pjuvenų, drožlių ir skiedrų, kurios susmulkinamos, išdžiovinamos, supresuojamos ir suformuojamos į 6, 8, 10 ar 12 mm diametro nuo 1 iki 3 cm ilgio cilindrinis gabaliukus. Gaminant granules nenaudojami jokie cheminiai priedai ar klijai. Granulių kokybė priklauso nuo žaliavos, iš kurios jos gaminamos ir technologinio proceso. Įvairios priemonės, ypač neorganinės kilmės, blogina granulių kokybę. Granulės laikomos kokybiškomis, kai jų kaloringumas artimas arba didesnis už 4000 kcal/kg, pelningumas iki 0,8% ir drėgnumas iki 10%.

Briketai taip pat gaminami iš pjuvenų bei drožlių ir skirti kūrenimui rankiniu būdu. Pjuvenų granulių ir briketų kaloringumas yra apie 4000–4300 kcal/kg arba 4,7–5,0 kWh/kg. Tai maždaug 1,6–1,7 karto didesnis už ažuolines malkas. Šis kuras turi savybę greitai iš aplinkos sugerti drėgmę, todėl jo sandėliavimo patalpa turi būti sausa! Rekomenduojama, kad tara su kuru būtų padėta ant

padėklų ir pakelta nuo grindų ne mažiau kaip 50 mm. Kuriai naudojamos granulės turi būti sausos, švarios nuo priemaišų, mechaniškai patvarios, be smulkių skiedrų.

3) Skiedros („čipsai“)



4 pav. Medienos skiedros

Skiedros ruošiamos medienos smulkintuvais smulkinant 5–50 mm ilgio dalelėmis medžių kamienus, medienos atraižas, medžių šakas bei viršūnes. Medienos skiedrų gamybai miško žaliavą, kurios kirtimo metu vyraujantis drėgnumas būna apie 50 %, būtina džiovinti. Europos šalių praktikoje žaliava skiedroms džiovinama lauko sąlygomis, sukraunant į krūvas pamiškėse, proskynose arba iškirsto miško plote. Tai sumažina pradinį medienos drėgnumą. Per pirmąją džiovinimo vasarą drėgmės kiekis sumažėja vidutiniškai nuo 53,9 % iki 34,6 %, o per antrąją – iki 26,0 %. Medienos skiedros naudojamos kūrenimui automatizuotu būdu.

4) Pjuvenos



5 pav. Medienos pjuvenos

Pjuvenos gaunamos kaip atlieka vykdant medienos apdorojimo technologines operacijas. Jos gali būti labai drėgnos (lentpjūvėse iki 50% drėgnumo) ir visai sausos (baldų gamybos procese). Pjuvenos naudojamos granulioto kuro ir briketų gamybai arba kūrenimui automatizuotu būdu.

5) Grūdai, grūdų atliekos



6 pav. Grūdai, grūdų atliekos

Pastaruoju metu, ypač užsienyje, atsirado poreikis kūrenti perteklinius grūdus ir jų atliekas. Grūdai yra kaloringi (priklausomai nuo grūdų rūšies 3600–4320 kcal/kg), peleningumas iki 2,3 %.

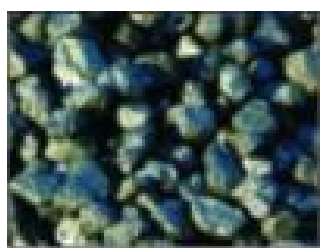
6) Kitas biokuras



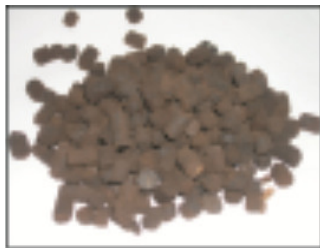
7 pav. Kitas biokuras

Katilų kūrenimui gali būti naudojamas ir kitoks kuras: pelai, spaliai, saulėgrąžų lukštai ir kt. Jų tinkamumas katilų kūrenimui nustatomas eksperimentiniu būdu. Dėl šiaudų ir šiaudų granulių degimo produktų šlakavimosi žemose temperatūrose, šiuo kuru gali būti kūrenami tik specialiai tam pritaikyti katilai.

7) Akmens anglis ir durpės (durpių granulės, briketai)



a)



b)



c)

8 pav. a) akmenis anglis, b) durpės, c) durpių briketai.

Akmens anglis ir durpės taip pat yra plačiai naudojamos katilų kūrenimui. Ypač populiari akmenis anglis, kuri šiuo metu yra vienas pigiausių ir kaloringiausių kuro rūšių. Vienodo svorio malkų ir durpių kiekiai išskiria panašų šilumos kiekį, o akmenis anglis – 2–3 kartus daugiau. Vidutinis akmenis anglies kaloringumas ir peleningumas priklauso nuo jos rūšies ir yra atitinkamai

apie 6000 kcal/kg (7,00 kWh/kg) ir 12%. Durpės priskiriamos prie didelio pelningumo (iki 20%) kuro.

1 lentelė

Kietojo kuro rūšių kaloringumas ir pelningumas

Kietojo kuro rūšis	Drėgnumas, %	Pelningumas, %	Kaloringumas, kcal/kg
Medienos pjuvenų granulės	8,70	0,9	4290
Durpių granulės	17,50	1,27	3870
Saulėgrąžų lukštų granulės	9,35	2,70	4429
Nendrių granulės	9,85	2,70	4109
Miežių grūdai	12,00	2,20	3860
Kviečių grūdai	12,50	1,80	3770
Rugių grūdai	10,00	1,50	3620
Avižų grūdai	11,50	2,30	3800