

**ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TĖSTINIŲ STUDIJŲ INSTITUTAS**

MARTYNAS BURKUS

Mechanikos inžinerijos studijų programos MIS-10 grupės
studentas

PNEUMATINIS PRESAS

BAKALAURO DARBAS

Darbo vadovas
doc. dr. Artūras Sabaliauskas

Šiauliai, 2012

**ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TĖSTINIŲ STUDIJŲ INSTITUTAS**

PNEUMATINIS PRESAS

Mechanikos inžinerijos bakalauro darbas

Konsultantas

ŠU Technologijos fakulteto
Mechanikos inžinerijos katedros
doc. dr. Ala Kovierienė
2012-06-

Vadovas

ŠU Technologijos fakulteto
Mechanikos inžinerijos katedros
doc. dr. Artūras Sabaliauskas
2012-06-

Recenzentas

ŠU Technologijos fakulteto
Mechanikos inžinerijos katedros
lekt. Vaidutis Petronis
2012-06-

Atliko

MIS-10 gr. studentas
Martynas Burkus
2012-06-

Šiauliai, 2012

Burkus M. (2012). Pneumatinis presas: universitetinių testinių studijų mechanikos inžinerijos, baigiamasis darbas/ baigiamojo darbo vadovas doc. dr. A. Sabaliauskas. Šiaulių universiteto Mechanikos inžinerijos katedra . Šiauliai, 88 p.

SANTRAUKA

Tyrimo objektas – pneumatinis presas.

Tyrimo tikslas – suprojektuoti pneumatinių presą.

Bakalauro baigiamojo darbo pirmoje dalyje išanalizuoti pagrindiniai pneumatinio preso techniniai parametrai, numatyta gamybos apimtis.

Antrojoje darbo dalyje aprašyta gaminio paskirtis ir panaudojimo galimybės bei alternatyvos, išnagrinėti presą sudarantys elementai: mazgai, mechanizmai. Atlikta pneumatinių presų konstrukcijos variantų apžvalga. Atlikti gaminio techniniai skaičiavimai (pneumatinio cilindro skaičiavimas, svirties įtempimų skaičiavimas).

Trečiojoje darbo dalyje išanalizuota pneumatinio preso detalės – šakutės gamybos technologiniai maršrutai, nustatyti apdirbimo operacijoms reikalingi įrengimai. Atliktas užlaidų, pjovimo režimų nustatymas bei techninis normavimas.

Ketvirtojoje darbo dalyje pateikiama žmonių ir aplinkos saugos reikalavimai eksploatuojant įrenginį, jo ergonomiškumas ir įtaka aplinkai.

Penktojoje darbo dalyje atlikti ekonominiai skaičiavimai, kurių pagalba nustatyta ir pagrįsta pneumatinio preso savikaina.

Burkus M., (2012). Pneumatic press: continues studies thesis of Mechanic Engineering program. Doc. Dr. Sabaliauskas A. - thesis supervisor. Department of Mechanical Engineering, Siauliai University, 88 p.

SUMMARY

The object of the study – pneumatic press.

The aim of the study is to design pneumatic press.

The first part of bachelor thesis analyses the main technical parameter of pneumatic press, the production volume is provided.

The second part describes the function of the product, its usability and possible options, the assemblies and mechanisms - elements constituting the press are examined. The review of pneumatic press assembly options design is carried out – various details, standard products, constructive solutions are compared. Technical calculations of the product are performed

In the third part technological routes of one detail – sakute are analyzed, the equipment necessary for processing operations is assigned. The allowance, determination of cutting regimes and technical rationing is accomplished.

The fourth part presents human and environmental safety requirements while operating a device, its ergonomics and environmental impact.

Economic calculations are fulfilled in the fifth part. With the help of them the cost of pneumatic press is determined and justified.

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	7
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	9
IŽANGA	10
1. TECHNINIAI – EKONOMINIAI RODIKLIAI	11
2. KONSTRUKCINĖ DALIS	12
2.1 Gaminio paskirtis ir panaudojimas	12
2.2 Konstrukcijos variantų apžvalga	14
2.3 Pneumatinio preso konstrukcijos aprašymas ir pagrindimas	18
2.4 Techniniai skaičiavimai	19
2.5 Medžiagų parinkimo pagrindimas	26
2.6 Suleidimų parinkimo pagrindimas	27
3. TECHNOLOGINĖ DALIS	28
3.1 Šakutės paskirtis, jos konstrukcija	28
3.2 Detalės brėžinio techninių sąlygų analizė	30
3.3 Detalės technologiškumo analizė	32
3.4 Ruošinio parinkimas	32
3.5 Technologinių bazių parinkimas	38
3.6 Detalės mechaninio apdirbimo kelio projektavimas	41
3.7 Užlaidų analitinis skaičiavimas	43
3.8 Pjovimo režimų nustatymas	46
3.9 Technologinio proceso normavimas	54
4. ŽMONIŲ SAUGA IR EKSPLOATACINIAI REIKALAVIMAI	61
5. EKONOMINĖ DALIS	63
5.1 Projektavimo darbų sąnaudos	64
5.2 Technologinis gamybos paruošimas	67
5.3 Tiesioginės medžiagų sąnaudos	69
5.4 Ilgalaikio turto vertė ir nusidėvėjimas	74
5.5 Darbo užmokesčio išlaidų planavimas	76
5.6 Netiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas	78
5.7 Veiklos sąnaudos	81
IŠVADOS	83
LITERATŪRA	84
PRIEDAI	86

LENTELIŲ SĄRAŠAS

2.4.1 Plieno C45 mechaninės savybės.....	22
2.6.1 Suleidimų parinkimo pagrindimas.....	27
3.1.1 Plieno C45 LST EN 10083-1:2006 cheminė sudėtis.....	29
3.1.2 Plieno C45 LST EN 10083-1:2006 mechaninės savybės.....	29
3.2.1 Detalės darbo brėžinio technologinė kontrolė.....	30
3.4.1 Užlaidų reikšmės.....	36
3.6.1 Šakutės apdirbimo technologinis maršrutas.....	42
3.7.1 Užlaidų skaičiavimas plokštumoms.....	44
3.7.2 Užlaidų skaičiavimas plokštumoms.....	45
3.8.1 Pjovimų režimų, detalei įvorė skaičiavimo rezultatai.....	53
3.9.1 Technologinio proceso normavimas.....	60
5.1 Gaminio savikainos skaičiavimas.....	62
5.1.1 Projektavimo darbų laiko sąnaudos.....	64
5.1.2 Projektuotojo darbo apmokėjimo sąnaudos.....	66
5.1.3 Gaminio projektavimo sąnaudos.....	66
5.2.1 Ruošinių gamybos technologijos darbo užmokesčio sąnaudos.....	67
5.2.2 Mechaninio apdirbimo technologijos darbo užmokesčio sąnaudos.....	67
5.2.3 Kitų technologinių procesų darbo užmokesčio sąnaudos.....	68
5.2.4 Gaminio technologinio parengimo sąnaudos.....	68
5.3.1 Pagrindinių medžiagų vertė.....	69
5.3.2 Grįžtamųjų atliekų vertė.....	71
5.3.3 Pagalbinių medžiagų vertė.....	71
5.3.4 Išsigyjamų pusgaminų, komplektuojamų gaminių vertės skaičiavimas.....	72
5.4.1 Įrengimų poreikio ir jų galimumo skaičiavimas.....	74
5.4.2 Ilgalaikio turto nusidėvėjimo skaičiavimas.....	75
5.5.1 Vieno darbininko efektyvus metinis darbo laiko fondas.....	76
5.5.2 Pagrindinių darbininkų darbo užmokesčio apskaičiavimas.....	77
5.5.3 Tiesioginių darbo užmokesčio išlaidų skaičiavimas.....	77
5.6.1 Vandens, kuris buvo sunaudotas gamybos tikslams išlaidų suvestinė.....	78
5.6.2 Netiesioginės darbo užmokesčio išlaidos.....	79
5.6.3 Išlaidos patalpų šildymui.....	79
5.6.4 Išlaidos patalpų apšvietimui.....	80
5.7.1 Bendros ir administracinės sąnaudos.....	81

5.7.2 Atlyginimų ir socialinio draudimo sąnaudos.....	81
5.7.3 Patalpų nuomos sąnaudos.....	82

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

2.1 pav. Pneumatinis presas.....	12
2.2 pav. Vairo kolonėlės.....	13
2.3 pav. Puansonai.....	13
2.4 pav. Presavimas plaktuku.....	14
2.5 pav. Rankinis veržtuvas.....	15
2.6 pav. Rankinis presas.....	15
2.7 pav. Didelės galios pneumatinis presas.....	16
2.8 pav. Pneumatinis presas.....	17
2.9 pav. Svirtis apkrovimo schema.....	19
2.10 pav. Presavimo strypo eiga.....	20
2.11 pav. Kinematinė schema.....	20
2.12 pav. Įtempimų dydžiai.....	23
2.13 pav. Poslinkių dydžiai.....	23
2.14 pav. Svirtį veikiančios jėgos.....	24
3.1 pav. Šakutė.....	28
3.2 pav. Apdirbamų paviršių numeracija.....	29
3.3. pav. Ruošinio eskizas vienetinei gamybai.....	34
3.4 pav. Ruošinio eskizas serijinei gamybai.....	37
3.5 pav. Ruošinio masės apskaičiavimas AutoCAD programa.....	38
3.6 pav. Bazavimo eskizas 005 operacijai.....	39
3.7 pav. Bazavimo eskizas 010 operacijai.....	39
3.8 pav. Bazavimo eskizas 015 operacijai.....	40
3.10 pav. Bazavimo eskizas 020 operacijai.....	40
3.11 pav. Bazavimo eskizas 025 operacijai.....	41
3.12 pav. Grąžto eskizas.....	46
3.13 pav. Frezos eskizas.....	50
4.1 pav. Katalogo fragmentas.....	86
4.2 pav. YCM MV 106A charakteristikos.....	87
4.3 pav. Hypertherm Hyperformance HPR206XD plazmos generatorius.....	88

IŽANGA

Mažėjant naftos ištekliams kyla naftos ir degalų kainos, todėl vis labiau kreipiamas dėmesys į transporto priemones, kurioms nereikalingi kuro ištekliai. Dviratis pati populiariausia tokio tipo transporto priemonė. Didžiausias jų poreikis Vakarų Europos didmiesčiuose.

Dviratis yra sudėtinga šiuolaikinė mechaninė sistema. Todėl ir jų gamybos įrangai keliama aukšti reikalavimai. Vis dėl to naudojami primityvūs, netobuli įtaisai dviračių vairo kolonėlių presavimui, su kuriais darbas sudėtingas ir ilgai trunkantis, atsiranda reali rizika pažeisti dviračio dalis arba susižeisti pačiam darbininkui. Šio darbo tikslas suprojektuoti ir atlikti „pneumatinio preso“ inžinerinius skaičiavimus. Šio įtaiso tikslas bus pagerinti darbininkų darbo sąlygas, pagerinti gaminių kokybę bei padidinti darbo našumą minimaliais kaštais.

Projektuojant pneumatinių presą, pasinaudota informacija iš Šiaulių universiteto Technologijos fakulteto bibliotekos, išnagrinėta mokslinė ir techninė literatūra, pasinaudota interneto paieškos sistema.

Darbe pateikta įtaisų atliekančių tą pačią funkciją variantų analizė, kuriuos išanalizavus, pasirinkti optimaliausias variantas. Taip pat pateikti techniniai skaičiavimai, patikrinamieji skaičiavimai, detalės - šakutės technologiškumo analizė, parinkti ruošiniai, sudaryti apdirbimo maršrutai, nustatytos užlaidos, parinkti pjovimo režimai, apskaičiuotas techninis normavimas, apžvelgta žmonių ir aplinkos sauga, atlikti ekonominiai skaičiavimai.

1. TECHNINIAI – EKONOMINIAI RODIKLIAI

Nedidelės presavimo galios (3t.) pneumatinis presas naudojamas dviračių gamybos surinkimo operacijų metu. Presu presuojamos vairo kolonėlės į dviračio rėmą. Kolonėlėse montuojami guoliai, kurie palengvina dviračio valdymą. Prese naudojamas pneumatinis cilindras, kurio veikimo jėga sustiprinama per svirčių sistemą ir tiesiaiegiu judesiu presuoja detales. Norint išvystyti reikiamą jėgą, suslėgto oro slėgį paduodamą į cilindrą, galima lengvai reguliuoti. Pneumatinis presas turi patobulinti dviračių surinkimo technologinį procesą, kadangi kiti presavimo būdai yra netikslūs, ilgai trunkantys arba brangūs. Presas yra nesudėtingos konstrukcijos, pagaminamas iš dažnai naudojamų ir nebrangių medžiagų, kurių galima įsigyti vietinėje rinkoje.

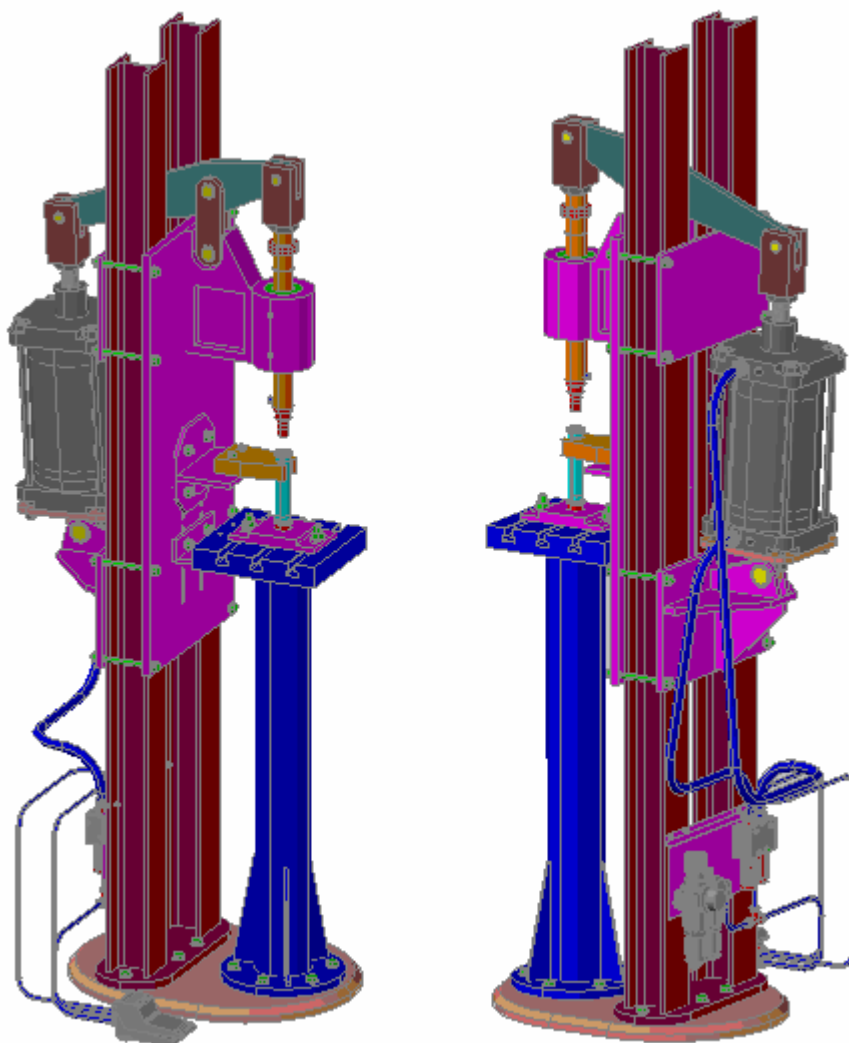
Pneumatinio preso gamybos programa numatoma 15 vienetų. Gaminio projektavimo ir technologinio rengimo išlaidos sudaro 9634,79 Lt, gamybos savikaina – 110619,90 Lt, vieno gaminio savikaina – 11372,42 Lt. Kainos nėra galutinės, nes jos priklauso nuo rinkos sąlygų. Pneumatiniams presams gaminti naudojamos 350 m² gamybinės patalpos. Detalėms gaminti naudojami 8 įrengimai ir kita įranga su kuria dirba 6 pagrindiniai darbuotojai. Planuojamas presų pagaminimo laikas – 1 mėnuo.

2. KONSTRUKCINĖ DALIS

2.1 Gaminio paskirtis ir panaudojimas

Projektuojamas pneumatinis presas dviračių vairo kolonėlėms presuoti skirtas tenkinti padidėjusius įmonių gamybinius reikalavimus: darbo našumą, gaminių kokybę, žmogaus darbo aplinkos gerinimą.

Nedidelės presavimo galios (3t.) pneumatinis presas (2.1 pav.) naudojamas dviračių gamybos surinkimo operacijų metu. Presu presuojamos vairo kolonėlės į dviračio rėmą. Kolonėlėse montuojami guoliai, kurie palengvina dviračio valdymą. Presą galima panaudoti ir kitų detalių presavimui, nes galima pritaikyti įvairius puansonus ir patricas. Atliekant kelias modifikacijas (pakeičiant stalą, pakeliant korpusą sijos atžvilgiu), galima koreguoti maksimalų presuojamos detalės aukštį



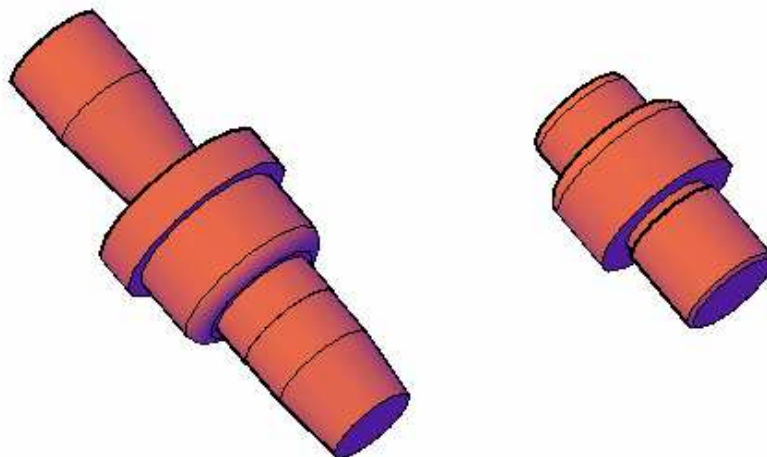
2.1 pav. Pneumatinis presas

Vairo kolonėlės (2.2 pav.) būna įvairių dydžių ir formų. Priklauso nuo dviračio tipo, dydžio, kokybės (BMX, sportiniai, miesto ir turistiniai, kalnų, vaikiški).



2.2 pav. Vairo kolonėlės

Vairo kolonėlėms presuoti naudojami tokios formos puansonai (2.3 pav.). Puansonų forma kopijuojama nuo konkrečių vairo kolonėlių todėl kolonėlės ar jų paviršiai nesugadinama. Šie puansonai turi centruojamąsias dalis, todėl presavimo proceso metu detales lengva išlaikyti vienoje tiesėje.



2.3 pav. Puansonai

Įrenginys lengvai montuojamas, užima mažą grindų plotą. Darbuotojas prie jo dirba stovėdamas, kadangi preso komponentai išdėstyti patogiam aukštyje. Eksploatacijos metu įtaisas jungiamas prie 6 bar. suslėgto oro tiekimo linijos.

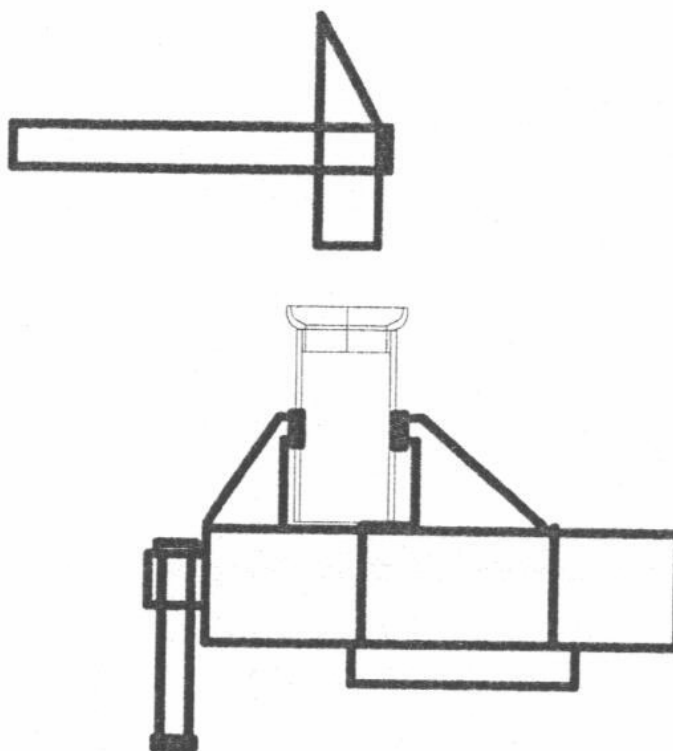
2.2 Konstrukcijos variantų apžvalga

Presų kurias būtų galima presuoti vairo kolonėles yra įvairių konstrukcijų. Vienais dirbti yra patogiau, kitais pigiau, Vieni tinkami stambiai gamybai, o kiti tik vienetinei. Įvairiais prietaisais galima pasiekti skirtingą presavimo kokybę. Toliau pateikiami keli konstrukciniai variantai.

I variantas. Spaustuvai ir plaktukas

Norint presuoti vairo kolonėles šiuo būdu, reikia dviračio rėmą įtvirtinti spaustuose (2.4 pav.), įstatyti vairo kolonėlę ir plaktuku kalti tai per vieną briauną, tai per kitimą, kol kolonėlė galutinai išipresuoja. Galima naudoti dar vieną pagalbinį įrankį, kuris laikomas tarp vairo kolonėlės ir plaktuko(strypą, medinę kaladėlę ar pan.) kuris turėtų būti pagamintas iš minkštesnės medžiagos, nei vairo kolonėlės.

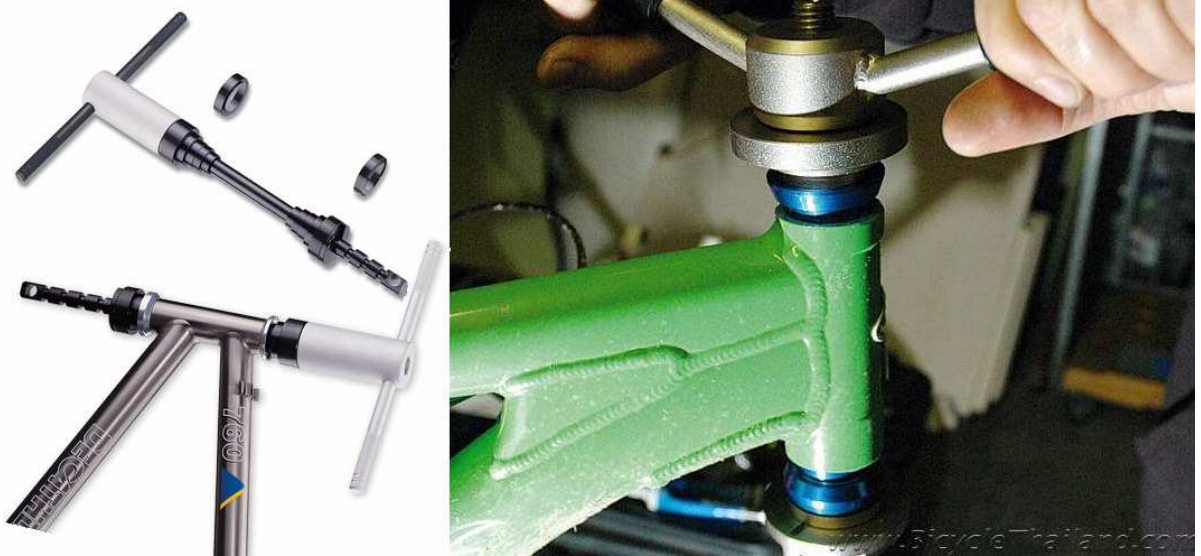
Tai pigus presavimo metodas, galima naudoti remonto metu, neturint kitokios įrangos. Tačiau kolonėlių presavimas šiuo būdu atliekamas sudėtingai, reikalauja patyrimo. Rizikuojama pažeisti detalių paviršius ar sugadinti pačias detales, mažas darbo našumas.



2.4 pav. Presavimas plaktuku

II variantas. Rankinis veržtuvas

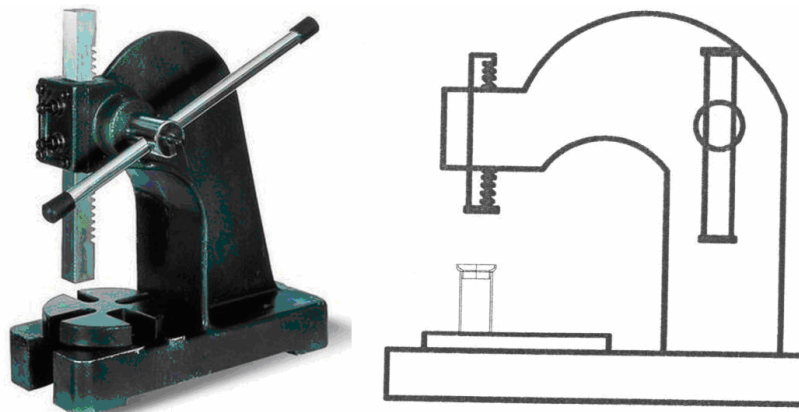
Vienetinėje gamyboje ar remonto metu galima naudoti įvairių konstrukcijų rankinius veržtuvus (2.5 pav.) Dviračio rėme surenkamos vairo kolonėlės, perkišamas veržtuvas, užsukama veržlė ir sukant rankeną vyksta presavimas. Galima presuoti įvairias vairo kolonėles. Šiuo veržtuvu darbas nesudėtingas, bet reikalauja patyrimo bei tikslumo, mažas darbo našumas.



2.5 pav. Rankinis veržtuvas

III variantas. Rankinis presas

Presuojant rankiniu presu (2.6 pav.), reikia sukti rankeną, kuri per krumpliaratį ir krumpliastiebį sukamąjį judesį paveržia tiesiaėgiu. Šį būdą galima naudoti vienetinėje gamyboje ar remonto metu, prietaiso kaina maža. Presavimas šiuo būdu atliekamas sudėtingai, reikalauja darbuotojo fizinės jėgos, nes vienu metu reikia laikyti dviračio rėmą, sukti preso rankeną ir tuo pat metu stebėti ar presavimas vyksta teisingai. Išvystomas mažas darbo našumas, taip pat rizikuojama pažeisti detalių paviršius ar sugadinti pačias detales.



2.6 pav. Rankinis presas

IV variantas. Didelės galios pneumatinis presas

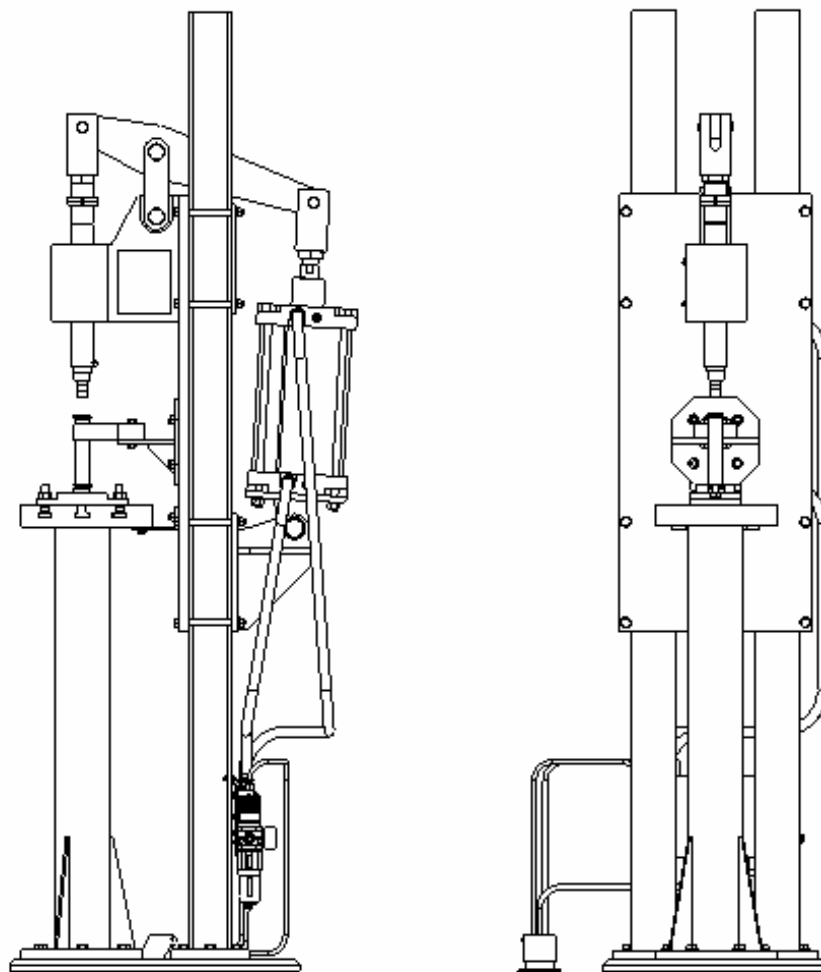
Šiuo pneumatiniu presu galima išvystyti didelę presavimo jėgą – 15 t. (2.7 pav.) Yra stalo aukščio reguliavimas. Presavimas vykdomas nesudėtingai – valdomas pedalu. Presą galima naudoti vienetinėje ar smulkiaserijinėje gamyboje. Panaudojimo galimybes mažina tai, kad esti nedidelis maksimalus presuojamos detalės aukštis, nėra papildomų atramų tvirtinimo taškų, sudėtinga keisti puansonus. Šis presas yra brangus ir neuniversalus.



2.7 pav. Didelės galios pneumatinis presas

V variantas. Pneumatinis presas

Pneumatinis presas pritaikytas dviračių vairo kolonėlių presavimui (2.8 pav.) Apatinė vairo kolonėlė įstatoma ant apatinio puansono, dviračio rėmas atremiamas į atramėlę ir prilaikoma rankomis, įstatoma viršutinė kolonėlė ir koja paspaudžiamas pedalas, kuris valdo presą – taip šios detalės vienu metu lengvai supresuojamos. Dirbti šiuo presu nesudėtinga, nereikalauja aukštos darbuotojo kvalifikacijos, lengvas priėjimas ir aptarnavimas. Galima lengvai naudoti įvairius puansonus ir matricas, didelis maksimalus presuojamos detalės aukštis. Atlikus keletą modifikacijų, maksimalų presuojamos detalės aukštį galima padidinti net iki 1,5 m, tiesa, tada sumažėja preso konstrukcijos standumas. Presą galima naudoti vidutinių serijų gamyboje.



2.8 pav. Pneumatinis presas

Išvados

Išanalizavus visus pateiktus variantus, jų privalumus ir trūkumus, priimama, kad V variantas – pneumatinis presas, kaip universaliausias ir daugiausia privalumų turintis prietaisas dviračio vairo kolonėlėms presuoti bus tolesnis nagrinėjimų objektas.

2.3 Pneumatinio preso konstrukcijos aprašymas ir pagrindimas

Presas sudarytas iš šių pagrindinių elementų (surinkimo brėžinys): stovo 1, korpuso 2, tvirtinimo plokščių 3, 5, 6, 18, stalo 4, pneumatinio cilindro 47, šakučių 9, svirčių 21, 11, puansonų 14, 15 ir presavimo strypo 12. Taip pat naudojama pagalbinė įranga: oro filtras ir slėgio reguliatorius 48, valdymo vožtuvų blokas 57 ir valdymo pedalas 62. Pneumatiniai komponentai sujungti plastikiniais vamzdeliais 50, 58 ir lanksčiomis žarnomis 55.

Stale 4 ir presavimo strype 12 nesudėtingai įmontuojami puansonai 14 ir 15, kurie pritaikyti tam tikros konstrukcijos ir matmenų dviračių vairo kolonėlėms. Prie tvirtinimo plokštės 3 prisukamas laikiklis 19 – prilaiko dviračio rėmą presavimo metu. Laikiklis pagamintas iš minkštos medžiagos, pritaikytas tam tikrų matmenų dviračių rėmams ir gali būti lengvai keičiamas. Presavimo stypo 12 eiga reguliuojama atraminėmis veržlėmis 35. Presas prie bendros pastato oro sistemos prijungiamas greitojo sujungimo mova 49.

Presuojant paspaudžiamas pedalas 62, pneumatinio cilindro 47 stūmoklis per šakutę 9 veikia svirtį 11, kuri tvirtinama prie svirčių 21. Svirties 11 kitas galas per kitą šakutę 9 spaudžia žemyn presavimo strypą 12, tol kol leidžia atraminės veržlės 35. Atleidus pedalą 62, valdymo vožtuvų blokas 57 apkeičia suspausto oro srautus ir pneumatinio cilindro 47 stūmoklis grįžta į pradinę padėtį.

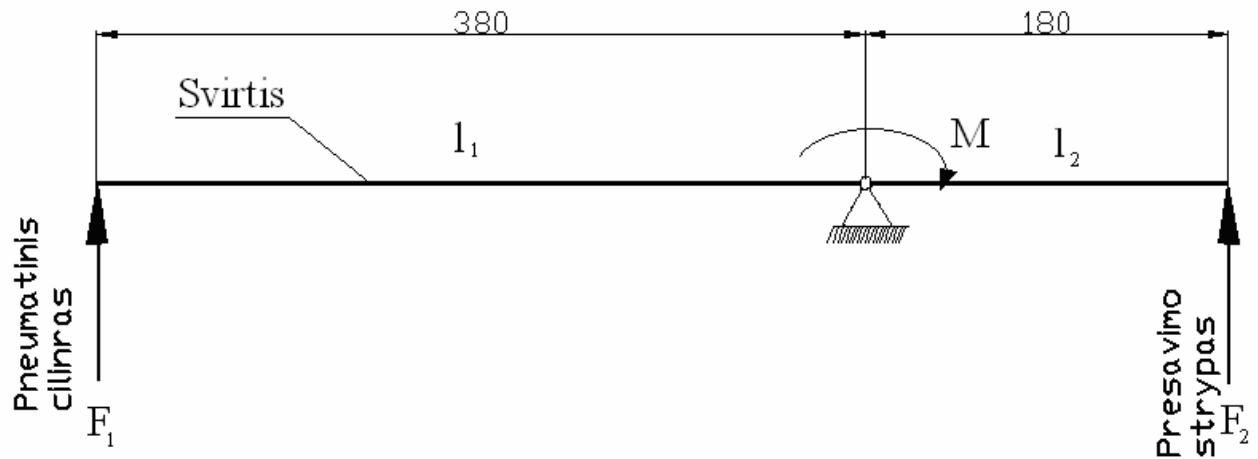
Prese galima naudoti įvairius puansonus ir matricas. Stale išfrezuoti standartiniai T formos 14 mm grioveliai. Slėgio reguliatoriumi galima nusistatyti maksimalių presavimo jėgos dydį, o pedalu galima reguliuoti presavimo jėgą tose ribose. Atlikus kelias nedideles modifikacijas galima presuoti detales kurių aukštis iki 150 cm, pakeliant korpusą 2 stovo 1 atžvilgiu ir įstatant mažesnio aukščio stalą 4, bet tada konstrukcija prarastų savo standumą, todėl šiuo atveju nerekomenduojama naudoti maksimalią presavimo jėgą. Kad konstrukcija išliktų standi, reikėtų dar keletą sutvirtinimo elementų, kurie de ja pablogintų priėjimą darbo metu.

Preso konstrukcija universali, pageidaujamos vietose galima nesudėtingai pritvirtinti įvairius laikiklius, kurie palengvintų darbą.

2.4 Techniniai skaičiavimai

Pneumatinio cilindro (Nr. 47 žr. surinkimo brėžinys) parinkimas

Maksimali presavimo strypo išvystoma jėga reikalinga 3 tonos, t. y. $F_2=30000\text{ N}$ (2.9 pav.). Svirties (darbo brėžinys MIS.02.02.00.011) skylių atstumai nuo vidurinės skylės – 380 ir 180 mm [4].



2.9 pav. Svirtis apkrovimo schema

Pagal jėgas ir jų veikimo pečius sudaroma lygybė apskaičiuoti reikalingai pneumatinio cilindro jėgai F_1

$$M_1 = F_1 \cdot l_1 \quad (2.1)$$

$$M_2 = F_2 \cdot l_2$$

$$M_1 = M_2$$

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$$

čia: $F_2=30000\text{ N}$;

$l_1=380\text{ mm}$;

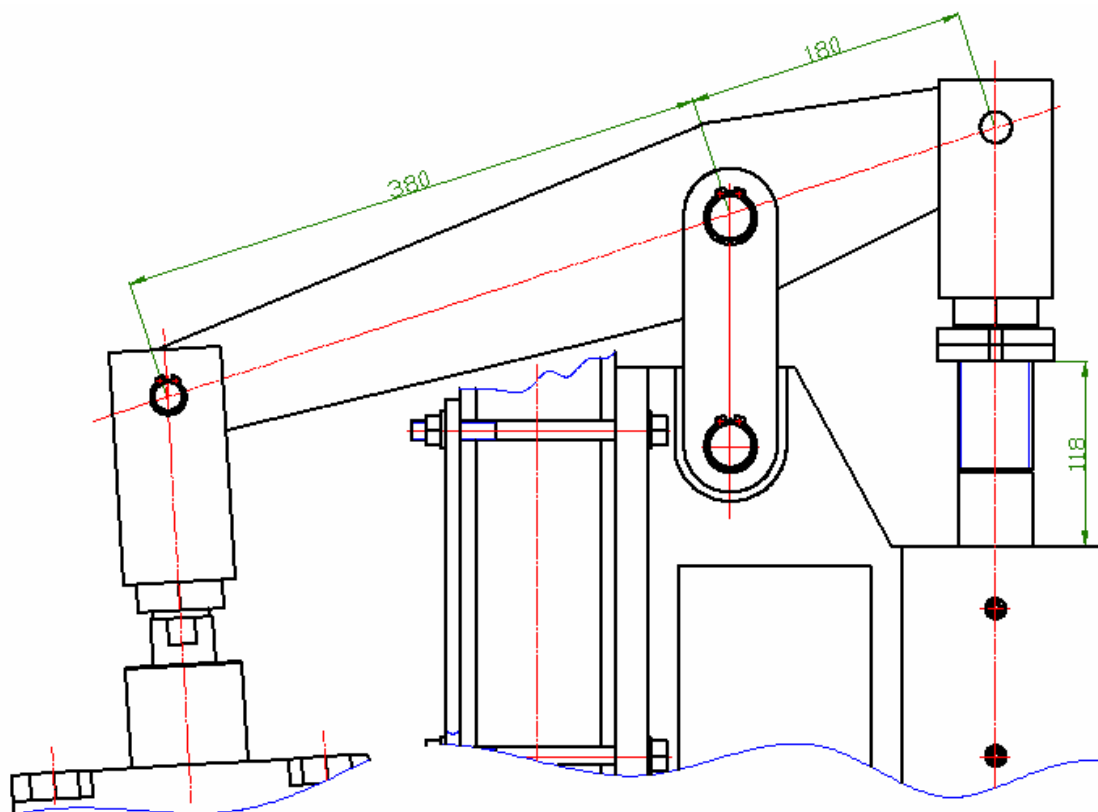
$l_2=180\text{ mm}$.

$$F_1 = \frac{30000 \cdot 180}{380} = 14210,526\text{ N}$$

Pridedame 30 % jėgos atsargą, kad cilindras nedirbtų maksimalia galia ir tarnautų ilgiau:

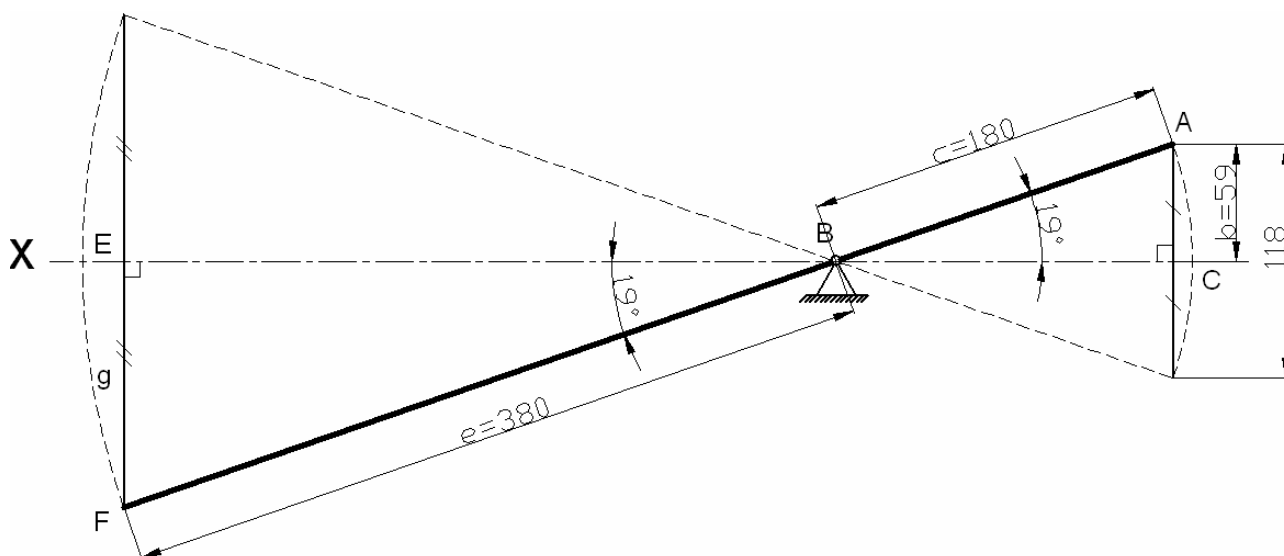
$$14210,526 \cdot 30\% = 18473,7 \text{ N}$$

Žinodami maksimalią presavimo strypo eigą (2.10 pav.) apskaičiuojame kokia reikalinga maksimali pneumatinio cilindro stūmoklio eiga.



2.10 pav. Presavimo strypo eiga

Sudarome kinematinę schemą (2.11 pav.):



2.11 pav. Kinematinė schema

Presavimo stūmoklio eiga – 118 *mm*, ją pusiau dalina simetrijos linija, gaunami du statieji trikampiai – ABC ir FBE. Apskaičiuojame trikampio ABC kampą B:

$$\sin B = \frac{b}{c} \quad (2.2)$$

$$b = \frac{118}{2} = 59 \text{ mm}$$

$$\sin B = \frac{59}{180} = 0,327$$

$$\sin B = 19^\circ$$

Trikampio FBE kampas B taip pat lygus 19° . Stūmoklio eiga – X. Kraštinė $e=380 \text{ mm}$.

$$X = 2g \quad (2.3)$$

$$\sin B = \frac{g}{e}$$

$$g = \sin B \cdot e$$

$$g = 0,327 \cdot 380 = 124,3 \text{ mm}$$

$$X = 2 \cdot 124 = 248,6 \text{ mm}$$

Pneumatinio cilindro stūmoklio eiga reikalinga – 249 *mm*.

Priimame, kad presas, bus jungiamas prie 6 *bar* suslėgto oro sistemos, tai galima apskaičiuoti kokio diametro stūmoklio reikės pneumatiniam cilindrai, kad išvystytų reikiamą galią [25].

$$F = p A = p \pi d^2/4 \quad (2.4)$$

čia: F - jėga (*N*);

p - slėgis (N/m^2 , *Pa*); 6 *bar* = 600 *kPa*;

A - pilnas cilindro tūris (m^2);

d - stūmoklio diametras (*m*).

$$d = \sqrt{\frac{F \cdot 4}{p \cdot \pi}};$$

$$d = \sqrt{\frac{18474 \cdot 4}{600 \cdot 10^3 \cdot 3,14}} = 0,198 \text{ m} \approx 200 \text{ mm}$$

Gavome: reikalingą jėgą – 18474 N, stūmoklio eigą 248 mm ir stūmoklio diametrą - 200 mm.

Gaminių kataloguose randame tinkamiausią atitikmenį [15]: „FESTO“ DNG – 200 – 250 – PPV – A Nr. 33025, kurio stūmoklio maksimali išvystoma jėga – 18850 N prie 6 bar slėgio, stūmoklio skersmuo – 200 mm, o stūmoklio eiga – 250 mm. Katalogo fragmentas prieduode 4.1 pav.

Svirties (Nr. 11 žr. surinkimo brėžinys) skaičiavimas

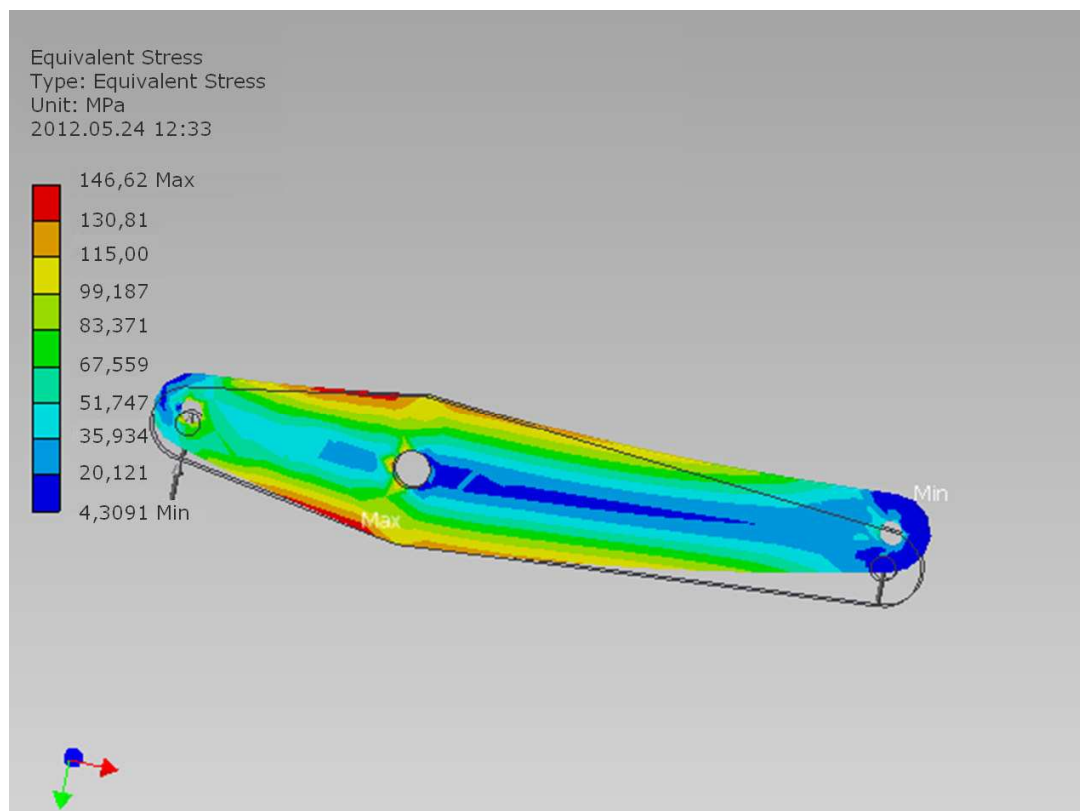
Skaičiavimui atlikti naudojama kompiuterinė programa Autodesk Inventor Professional 2008. Skaičiavimuose nurodyti svirties matmenys, jos medžiaga, atramos ir veikiančios jėgos. Plieno C45 mechaninės savybės pateiktos 2.4.1 lentelėje.

2.4.1 lentelė

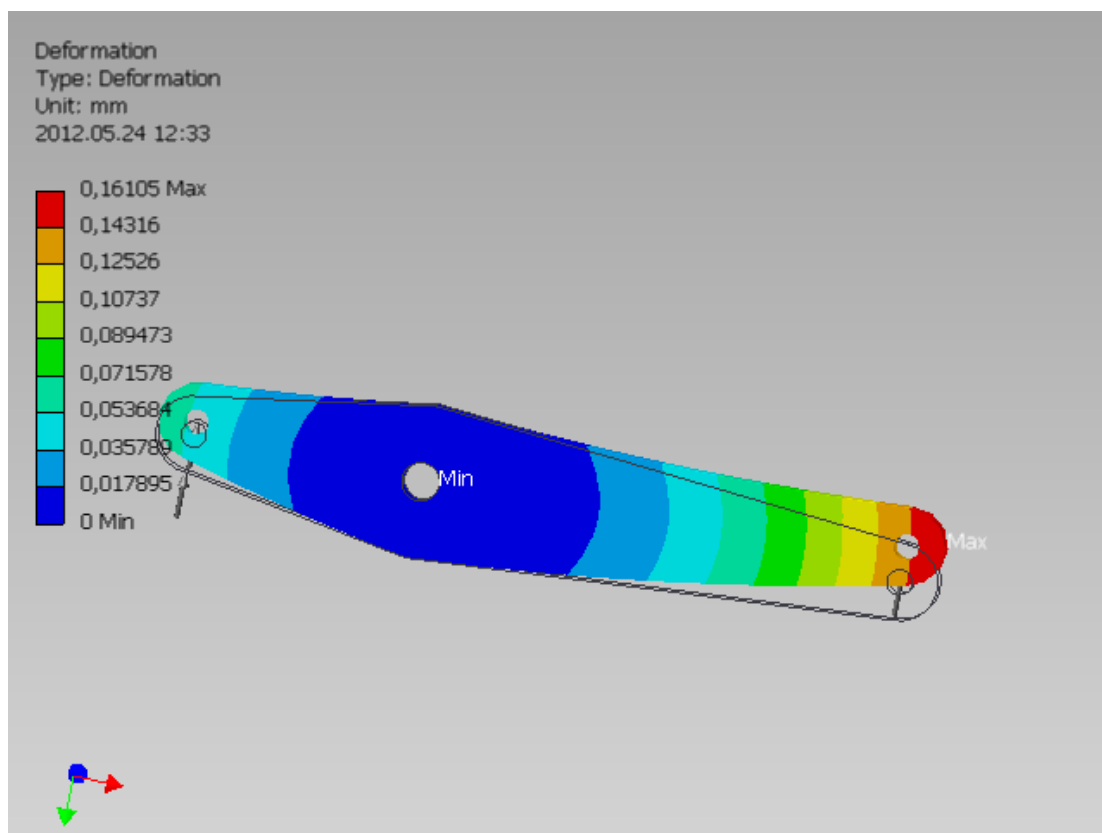
Plieno C45 mechaninės savybės

Plienas C45	
Tamprumo modulis	2,1e+005 MPa
Puansono koeficientas	0,3
Medžiagos tankis	7,85e-006 kg/mm ³
Takumo riba	355 MPa
Stiprumo riba	637 MPa

Apkraunant svirtį pagal 2.9 pav. 18850 N jėga, gaunamas toks vaizdas, kuris parodo kokio dydžio įtempimai ir poslinkiai atsiranda skirtingose detalės srityse (2.12 pav., 2.13 pav.).



2.12 pav. Įtempimų dydžiai



2.13 pav. Poslinkių dydžiai

Grafikai parodo, kad didžiausi poslinkiai būna svirties galuose, o didžiausi įtempimai svirties išoriniuose sluoksniuose ties viduriu – 147 MPa. Didžiausias tolimiausių svirties taškų pasislinkimas – 0,16 mm

Skačiuojamas svirties stiprumas naudojantis formulėmis

Pagal stiprumo sąlygą (2.5) [12] įtempiai neturi viršyti plieno stiprumo ribos. Braižomos svirtį veikiančios jėgos (2.14 pav.).

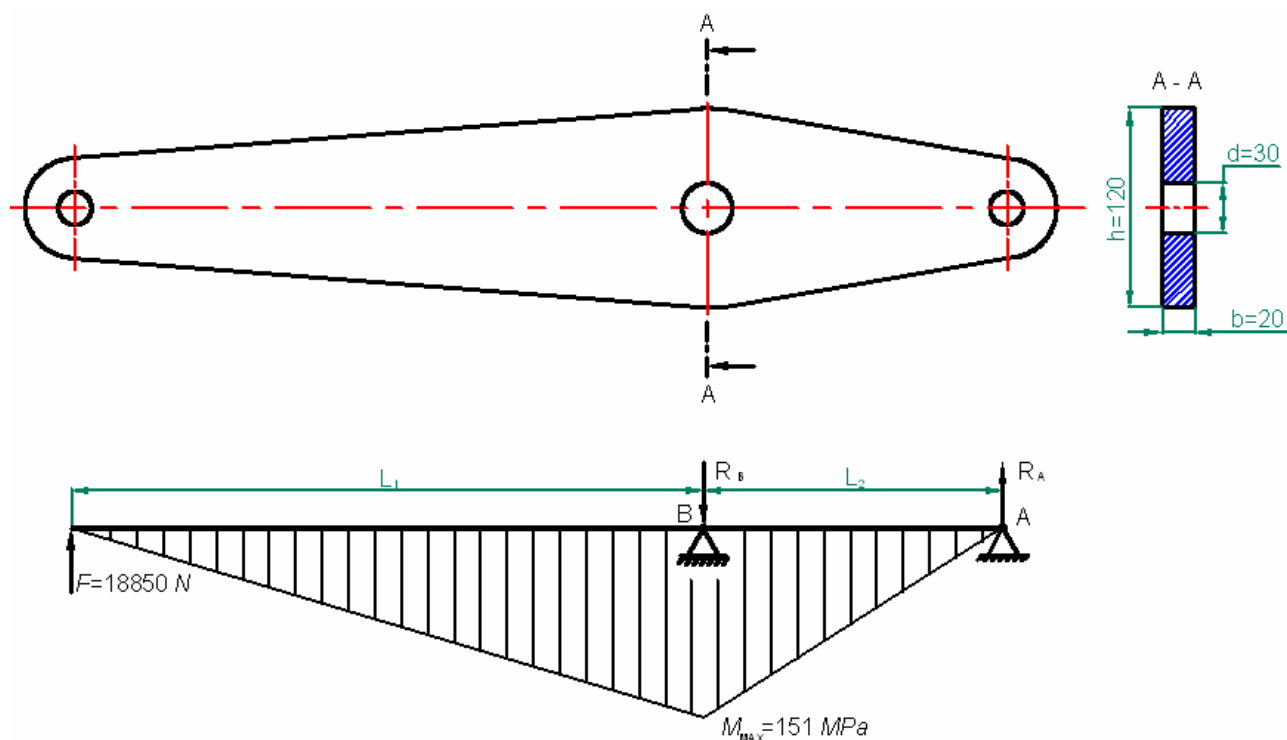
$$\sigma_{\max} = \frac{|M_{\max}|}{W_x} \leq \sigma_{adm,pl} \quad (2.5)$$

čia: $\sigma_{\max}$ - maksimalūs įtempiai (MPa);

$M_{\max}$ - maksimalus sukimo momentas (Nm);

$W_{\max}$ - skerspjūvio atsparumo momentas (m³);

$\sigma_{adm,pl}$ - plieno leistinieji įtempiai (MPa).



2.14 pav. Svirtį veikiančios jėgos

Rašoma pusiausvyros sąlyga:

$$\sum M_B = F \cdot L_1 - R_A \cdot L_2 = 0$$

$$R_A = \frac{F \cdot L_1}{L_2}$$

$$R_A = \frac{18850 \cdot 0,38}{0,18} = 39794,444 \text{ N}$$

Patikrinimas:

$$\sum M_B = 18850 \cdot 0,38 - 39794,444 \cdot 0,18 = 0$$

$$\sum M_B = 18850 \cdot 0,38 = 7163 \text{ N}$$

$$M_B = M_{\max}$$

$$W_B = \frac{2 \cdot I_B}{h} \quad (2.6)$$

$$I_B = \frac{h^3 \cdot b}{12} - \frac{d^3 \cdot b}{12} \quad (2.7)$$

$$I_B = \frac{0,12^3 \cdot 0,02}{12} - \frac{0,03^3 \cdot 0,02}{12} = 2,835 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$W_B = \frac{2 \cdot 2,835 \cdot 10^{-6}}{0,12} = 47,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\sigma_{\max} = \frac{1763}{47,25 \cdot 10^{-6}} = 151,6 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 151,6 \text{ MPa} \leq \sigma_{adm,pl} = 180 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{adm,pl} - \sigma_{\max}}{\sigma_{\max}} \cdot 100 = \frac{180 - 151,6}{180} \cdot 100 = 15,8 \%$$

Maksimalūs ģēmpiai neviršija svirties medžiagos leistinuju ģēmpiu.

Skaičiavimo rezultatai sutampa su programos Autodesk Inventor Professional 2008 atliktais skaičiavimais.

2.5 Medžiagų parinkimo pagrindimas

Kad gaminys turėtų tinkamą formą, atitiktų jam keliamus reikalavimus stiprumo ir ilgaamžiškumo požiūriu, bet jo savikaina būtų maža, reikia tinkamai parinkti medžiagas, iš kurių bus gaminamas gaminys. Pneumatinio preso įrenginio medžiagos parinktos atsižvelgiant į keliamus techninius reikalavimus, apdirbimo sudėtingumą, bei kainą [16], [17]. Korpusinės laikančiosios detalės – sijos, korpusas, tvirtinimo plokštės, padai gaminamos iš plieno, kurio markė - S235 JR LST EN 10025-1. Tai konstrukcinis anglinis plienas, naudojamas nešančioms ir nenešančioms, virintoms ir nevirintoms konstrukcijoms. Taip pat gaminti detalės, kurių žema darbo temperatūra. Atsakingiausias detales – puansonai, kaiščiai, strypai, svirtys gaminamos iš plieno C45 LST EN 10083 – 1. Tai kokybiškas konstrukcinis anglinis plienas naudojamas gaminti detalėms iš kurių reikalaujama didesnio stiprumo, kurios gali būti termiškai apdirbtos. Įvorės gaminamos iš bronzos AZH9-4 GOST 1628-78, kuri yra lengvai apdirbama, pasižymi geromis slydimo savybėmis, todėl mažiau dyla. Iš šios bronzos gaminamos pavaros, įvorės, vožtuvų lizdai. Atramai gaminti naudojama lengva plastinė medžiaga – polietilenas (PE). Ši medžiaga pasižymi aukštu smūginiu atsparumu, net prie žemų temperatūrų, cheminiu atsparumu, ypač žemu vandens įgeriamumu, labai geromis dielektrinėmis ir elektroizoliacinėmis savybėmis, puikiu mechaniniu apdirbimu, fiziologiškai saugus, žemas trinties koeficientas.

2.6 Suleidimų parinkimo pagrindimas

Praktiškai jokio elemento neįmanoma pagaminti visiškai tiksliai. Priklausomai nuo pasirinkto gamybos būdo atsiranda didesnių ar mažesnių paviršiaus nuokrypių nuo. Įtaisas dirbs tinkamai tik tada kai jo detalių tarpusavio padėtis bus reikiamo tikslumo ir šiurkštumo. Bet gaminti detales be reikalo tikslas neapsimoka ekonomiškai, todėl reikia nustatyti tolerancinius matmenis [14]. Suleidimų parinkimas pateiktas 2.6.1 lentelėje.

2.6.1 lentelė

Suleidimų parinkimo pagrindimas

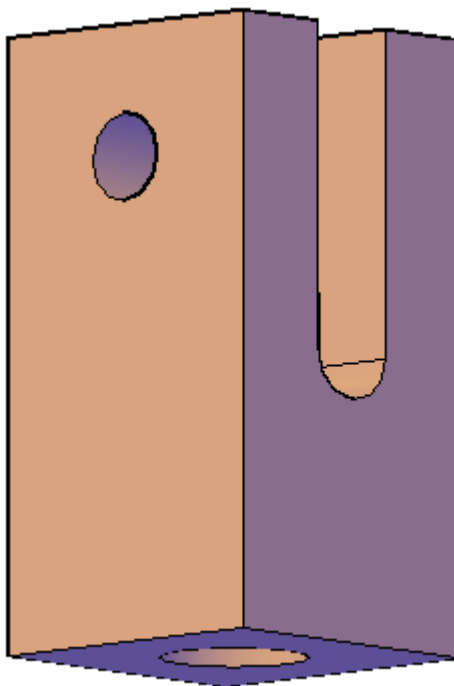
Suleidimas	Sujungiamos detalės	Pagrindimas
$\frac{H7}{h6}$	Šakutė 10 ir kaištis 27 Įvorės 23, 25 ir kaištis 24 Svirtis 1 ir kaištis 17 Svirtis 14 ir kaištis 17 Įvorė 20 ir kaištis 17	Sujungimas su tarpeliu. Nejudamuose arba mažai judamuose sujungimuose. Lengvai išardomas detales centruojantis sujungimas.
$\frac{H8}{f8}$	Presavimo strypas 2 ir puansonas 5	Suleidimas su tarpeliu, lengvai išardomas sujungimas.
$\frac{F8}{h6}$	Presavimo strypas 2 ir įvorė 12 Poveržlė 19 ir kaištis 17	Suleidimas su tarpeliu. Sujungimas, nereikalaujantis didelio tikslumo
$\frac{H7}{p6}$	Įvorė 20 ir korpusas 3 Įvorės 23, 25 ir tvirtinimo plokštė 15	Suleidimas su įvarža. Esant sąlygoms detalės gali prasisukti viena kitos atžvilgiu
$\frac{H7}{r6}$	Įvorė 12 ir korpusas 3 Padas 7 ir korpusas 6	Suleidimas su įvarža. Stipresnis presuojamas suleidimas, patikimai sujungiamos detalės.

Pastaba. Dauguma suleidimų yra vienodi, todėl pateikti svarbiausi ir dažniausiai naudojami.

3. TECHNOLOGINĖ DALIS

3.1 Šakutės paskirtis, jos konstrukcija

Technologinis maršrutas sudaromas pneumatinio preso detalei – šakutei (3.1 pav.). Prese naudojamos dvi tokios šakutės. Jomis sujungiamas pneumatinio cilindro kotas, svirtis ir presavimo stūmoklis. Ant pneumatinio cilindro koto ir presavimo stūmoklio šakutės užsukamos ir fiksuojamos kontraveržle, šakutės su svirtimi jungiamos kaiščiais. Šakutė yra stačiakampio stypo formos detalė. Ji turi 13 apdirbamų paviršių, iš kurių 1, 12, 13 – kiaurymės, o 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 – plokštumos. Visi paviršiai yra mechaniškai apdirbami. Kiaurymėje 1 daromas sriegis, o kiaurymės 13 ir 13 glotniai apdirbamos. Visi kiti paviršiai grubia frezuojami. Didžiausias šiurkštumas – Ra6,3, mažiausias – Ra 0,8.



3.1 pav. Šakutė

Detalei gaminti naudojamas šampuotas šakutės formos ruošinys, gaminamas iš plieno C45 LST EN 10083-1:2006. Šio plieno pakanka, kad užtikrinti detalės funkcionalumą, jis lengvai apdirbamas, grūdinamas ir atleidžiamas. Jį būtų galima pakeisti plieniu 40X, 50. Plieno C45 duomenys pateikiami 3.1.1 ir 3.1.2 lentelėse.

3.1.1 lentelė

Plieno C45 LST EN 10083-1:2006 cheminė sudėtis [10]:

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>S, %</i>	<i>P%</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>
			Ne daugiau			
0,42-0,50	0,17-0,37	0,50-0,80	0,04	0,035	0,25	0,25

3.1.2 lentelė

Plieno C45 LST EN 10083-1:2006 mechaninės savybės [10]:

σ_y, MPa	σ_u, MPa	$\delta_5, \%$	$\psi, \%$	$CU,$ J/cm^2	$HB(ne\ daugiau)$	
Ne mažiau					$Karštai$ $valcuotas$	$Atkaitintas$
355	637	15	40	49	241	197

čia: σ_y - takumo riba,

σ_u - stiprumo riba,

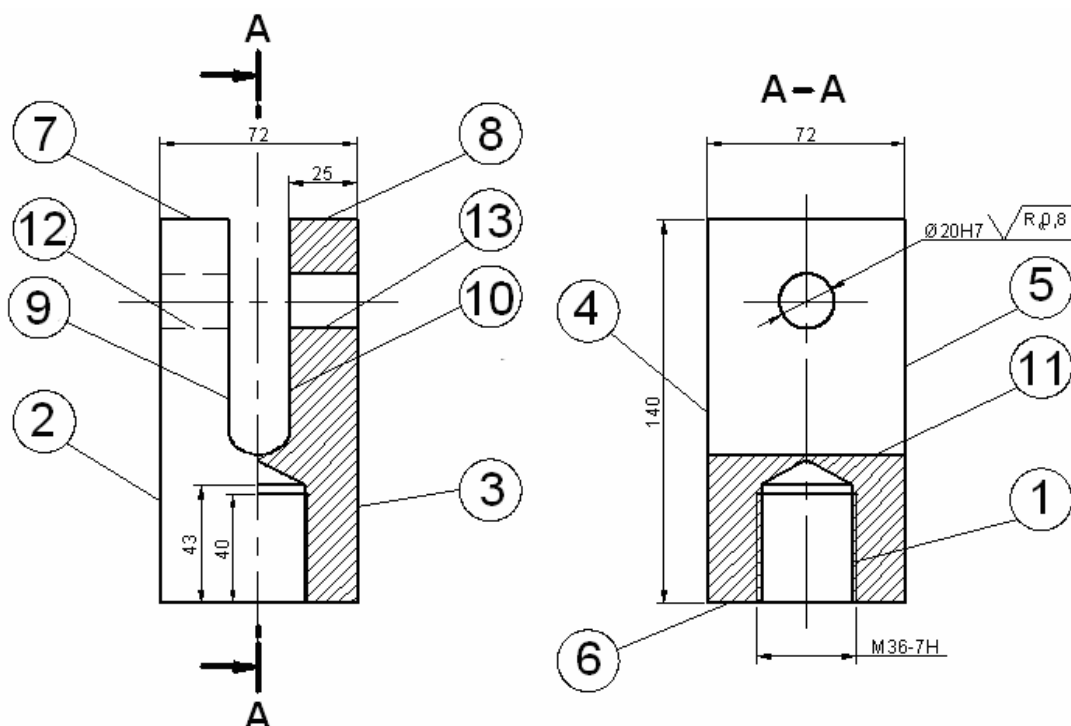
δ_5 - bandinio santykinis ištišimas jį nutraukiant,

ψ - santykinis bandinio skerspjūvio susitraukimas nutraukimo vietoje,

KCU- smūginis tūsumas tiriant bandinius su U tipo koncentratoriumi

HB - kietumas pagal Brinelį.

Technologiniam apdirbimui detalės paviršiai pažymėti skaičiais, paviršių numeracija pateikta 3.2 paveiksle.



3.2 pav. Apdirbamų paviršių numeracija

3.2 Detalės brėžinio techninių sąlygų analizė

Detalės darbo brėžinyje M10.04.10DB yra nurodyti visi reikalingi duomenys, matmenys su reikalingomis nuokrypomis, paviršių šiurkštumais. Detalės vieni iš svarbiausių paviršių yra skylės 1, 12 ir 13. Svarbūs jų matmenys ir statmenumo sąlyga. Jei neišlaikytume šių sąlygų, negalėtume teisingai surinkti prietaiso, jis dirbtų netinkamai. Detalės darbo brėžinio visos techninės sąlygos pateiktos detalės darbo brėžinio techninėje kortelėje 3.2.1 lentelėje.

Darbo brėžinyje išskirtos tokios techninės sąlygos:

1. HRC 40...45
2. LST EN 22768 mK
3. Elektrolitinė danga - LST EN 12329 - Fe//Zn6//C..

Atlikus technologiškumo analizę, galima teigti:

1. Gaminama detalė yra gana technologiška, jos pagaminimas smulkiaserijinės gamybos būdu yra našus;
2. Pagamintos detalės matmenys lengvai kontroliuojami matavimo įrankiais ir įtaisais (slankmačiu, indikatoriniu mikrometru);
3. Bazavimui numatyti išoriniai plokštieji paviršiai;
4. Numatoma gamybai naudoti šampuotus ruošinius, — gaunami gana tikslūs, artimi išbaigčiai detalei ruošiniai.

3.2.1 lentelė

Detalės darbo brėžinio technologinė kontrolė

Eil. Nr.	Technologiškumo kriterijus	Atitinkamas technologiškumo kriterijus
1.	Reikalingi matmenys	Visi matmenys nurodyti
2.	Atitikimas tarp matmenų tikslumo ir paviršiaus glotnumo	M36-7H Ra 6,3; Ø20 H7 Ra 0,8
3.	Vaizdai ir pjūviai	Visi reikalingi vaizdai ir pjūviai nurodyti brėžinyje
4.	Matmenų atitikimas standartinei eilutei	Ra 5 –10; 40 Ra 10 – 2; 20 Ra 20 – 25; 22; 110; 140 Ra 40 – 36; 60 Matmenys neatitinkantys jokiai standartinei eil. – 43; 72

Eil. Nr.	Technologiškumo kriterijus	Atitinkamas technologiškumo kriterijus
5.	Matmenų išdėstymas pagal koordinačių ašis	Matmenys išdėstyti pagal tris koordinačių ašis
6.	Techninės sąlygos	1. HRC 40...45 2. LST EN 22768 mK 3. Danga - cheminis oksidavimas įsodrinant alyva.
7.	Matmenų matavimas	Matavimas nesudėtingas
8.	Ar detalės forma nesudarys papildomų sunkumų gaminant ruošinį?	Nesudarys
9.	Sunkumai iškylantys dėl elementų išdėstymo mechaniškai apdirbant detalę?	Nėra
10.	Metalo rūšies parinkimas	C45 LST EN 100083-1:2006
12.	Pasvirę paviršiai	Detalėje pasvirusių paviršių nėra
13.	Bazės	Bazavimas nesudėtingas
14.	Detalės standumas	$\frac{l}{d} \leq 15$; $\frac{140}{72} = 1,9 < 15$ Detalė standi
15.	Terminio apdirbimo rūšis	Detalė termiškai neapdirbama
16.	Specialių technologinių operacijų reikalingumas	Nereikia
17.	Simetrijos ašys ir plokštumos	Detalė turi dvi simetrijos plokštumas
18.	Ar detalės konstrukcijos forma nesudarys papildomų sunkumų gaminant ruošinį?	Sunkumų nesudarys. Ruošinys yra šampuotas, o skylės yra apdirbamos mechaniškai
19.	Sunkumai iškylantys dėl elementų išdėstymo, mechaniškai apdirbant detalę	Sunkumų nesudarys

3.3 Detalės technologiškumo analizė

Gaminant ar konstruojant atskiras detales ar mašinas reikia atsižvelgti į tokius reikalavimus:

- a) kad konstrukcija būtų kuo paprastesnė;
- b) kad būtų kuo mažiau sunaudota medžiagos;
- c) kad būtų kuo didesnis našumas.

Detalės konstrukcijos technologine analize siekiama padidinti darbo našumą, sumažinti išlaidas ir laiką technologiškai paruošiant gamybą, gaminant detalę, techniškai aptarnaujant ir remontuojant gaminį. Detalės darbo brėžinyje jau yra įvertinti technologiniai reikalavimai, tačiau analizuojant brėžinius beveik kiekviename galima surasti technologinius neatitikimus ir padaryti atitinkamus pakeitimus brėžinyje. Detalės konstrukcijos technologiškumą reikia nagrinėti per visą jos apdirbimo, technologinio proceso, projektavimo laiką, taip iš anksto bus galima užkirsti kelią klaidoms.

Šakutė yra stačiakampio strypo formos, neturi sunkiai prieinamų paviršių. Turi gerus bazinius paviršius frezavimo, gręžimo, bei sriegimo operacijoms. Yra dvi kiauros skylės, kurios išgręžiamos iš vienos pusės. Paskaičiuotas standumo koeficientas yra aukštas, todėl galima panaudoti didelio pjovimo greičio režimus. Išmatuoti matmenis nėra sudėtinga. Sunkiausia šioje detalėje apdirbti srieginę skylę, nes ji yra akla ir didelio skersmens. Detalės matmenys ir elementų išdėstymas nereikalauja papildomos staklių įrangos, apdirbimo procesas bus vykdomas standartiniais pjovimo įrankiais. Dėl šių priežasčių galima teigti, kad detalė yra technologiška.

3.4 Ruošinio parinkimas

3.4.1 Ruošinių parinkimo principai

Ruošiniai gali būti parenkami dvejopai. Jeigu ruošinys yra sudėtingas, jo gamybos būdą numato ir brėžinį nubraižo konstruktorius, konstruodamas detalę. Ruošinio darbo brėžinys derinamas su ruošinių gamybos padalinio (liejyklos, šampavimo cecho ar kt.) technologais.

Jeigu ruošinys nesudėtingas, konstruktorius nurodo tik jo medžiagą, kietumą, kartais terminį apdirbimą. Tada ruošinio apdirbimo būdą pasirenka ir jo darbo brėžinį paruošia technologas, projektuojantis mechaninio apdirbimo technologiją.

Nuo to, koks bus parinktas ruošinys, daug priklauso projektuojamo technologijos proceso našumas, ekonomiškumas, taip pat ir apdirbtosios detalės kokybė. Pirmiausia stengiamasi, kad ruošinys savo pavidalu ir matmenimis būtų kuo artimesnis baigtai detalei. Tai leidžia sumažinti brangų mechaninį apdirbimą pjovimu ir sutaupyti tą metalą, kuris pjaunant patektų į drožles. Deja,

tikslių ir artimų baigtai detalei ruošinių gamybos būdai yra brangūs, jiems reikia brangių įrengimų ir specialios įrangos (šampų, liejimo formų ir pan.). Dėl to tokius būdus ekonomiškai apsimoka naudoti tik tada, kai gamybinė programa yra gana didelė. Dėl tos priežasties, renkantis ruošinio gamybos būdą, reikia atsižvelgti į jo gamybos programą. Esant didelei gamybos programai, vienam ruošiniui tenkanti įrangos kainos dalis būna nedidelė, dėl to apsimoka naudoti brangius, bet našius ir tikslius ruošinių gamybos būdus.

Tikslius ruošinius svarbu turėti, jei juos numatoma apdirbti automatizuotai – automatinėse linijose, programinėmis staklėmis ar lanksčiomis gamybinėmis sistemomis. Šie įrengimai yra brangūs, dėl to siekiama, kad jų apkrovos būtų tolygios, nedaug būtų nupjaunama drožlių, įrankių darbas nebūtų sunkus, o kalnu jų patvarumas, dirbant automatinio režimu, būtų kaip galima didesnis. Tokiomis staklėmis apdirbamų ruošinių tolerancijos ir užlaidos turi būti 10...30% mažesnės, negu apdirbant rankomis. Jeigu programinėmis staklėmis apdirbamos nedidelės ruošinių partijos, jų tikslumo reikalavimai gali sudaryti tam tikrų ekonominių sunkumų.

Didelę reikšmę pasirenkamam ruošinio gamybos būdai turi gaminamos detalės medžiaga ir pavidalas. Jeigu medžiaga yra ketus ar lieti tinkami kitų metalų lydiniai, tai ruošiniui gaminti reikia rinktis kurį nors iš liejinio būdų. Jeigu konstruktorius yra numatęs detalę gaminti iš plastiškos, deformuojamos medžiagos, ruošinį reikia gaminti vienu iš plastinių medžiagos deformavimo būdų. Jeigu detalė plokščia, vienodo, nedidelio storio, gali tikti šaltasis šampavimas, jei erdvinė – vienas iš kalimo ar karštojo šampavimo būdų.

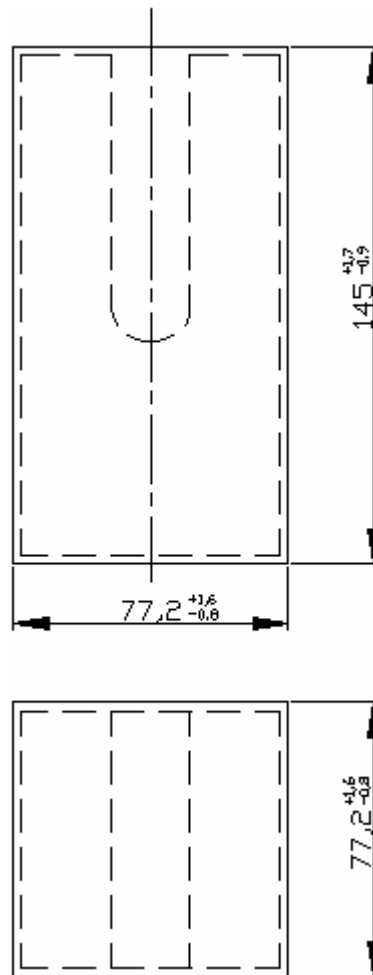
Ruošinio gamybos būdą gali lemti ir specifiniai reikalavimai detalei bei jos darbo sąlygos. Pavyzdžiui, jei detalė darbo metu yra veikama kintamų dinaminių apkrovų, ruošinys turi būti taip pagamintas, kad metalo sluoksniai nebūtų perkirsti, bet būtų išlankstyti pagal detalės pavidalą. Tada medžiaga geriau atlaiko ją veikiančias apkrovas. Jeigu detalė darbo metu dyla, ruošinį gaminant siekiama, kad dylantis paviršius būtų kaip galima vienesnių mechaninių savybių. Į tai atsižvelgiama, pavyzdžiui, renkantis liejimo būdą ir ruošinio formos padėtį jos pripylimo metu, mat viršutinis liejinio paviršius būna blogesnės kokybės, nes skysto metalo viršuje susirenka šlakai ir kitos priemaišos. Jeigu detalės darbo brėžinyje yra nurodyti reikalavimai medžiagos struktūrai (grūdelių dydis, nemetaliniai intarpai ir kt.), ruošinį renkant reikia atsižvelgti ir į juos. Atsižvelgiama į reikiamą ruošinio paviršiaus šiurkštumą, liekamuosius įtempimus, sukietinimą ir kt.

Renkantis ruošinio gamybos būdą reikia atsižvelgti ir į detalės matmenis bei turimus įrengimus. Ne visada galima šampuoti didelių matmenų ruošinius, nes tam reikia galingų presų. Svarbi ir gamybos paruošimo trukmė. Numatant ruošinį gaminti tokiu būdu, kuriam reikia sudėtingos įrangos, reikia įvertinti tos įrangos gamybos trukmę. Neretai tinkamiausias ruošinio gamybos būdas pasirenkamas ekonomiškai lyginant numatomus būdus ir ieškant pigiausio [1].

Mašinų gamyboje daugiausiai paplitę yra tokie ruošiniai: lieti, plastiškai deformuoti (kalti, šampuoti), pagaminti iš valcuotos įvairių profilių medžiagos, kombinuoti (šampuoti ir suvirinti, lieti ir suvirinti), metalokeraminiai, plastikiniai.

Šakutės ruošinio parinkimas vienetinės gamybos atveju

Vienetinės gamybos atveju, ruošiniui gauti tikslinga panaudoti valcavimą. Imame karšto arba šalto valcavimo ruošinį stačiakampio skerspjūvio strypą, kurio didžiausias diametras atitinka detalės didžiausią diametrą pridedant 2,5 mm užlaidą vienai pusei, supjaustome, pagal detalės ilgį pridedant 2,5 mm užlaidą vienai pusei ir apdirbame mechanškai (3.3 pav.).



3.3. pav. Ruošinio eskizas vienetinei gamybai

Ruošinio masė:

$$M_f = V_f \cdot \rho \quad (3.1)$$

čia: $\rho = 7850 \text{ kg} / \text{m}^3$ medžiagos tankis;

$V_f = a \cdot b \cdot h$; m^3 ruošinio tūris.

$$M_f = 0,00086 \text{m}^3 \cdot 7850 \text{ kg} / \text{m}^3 = 6,78 \text{ kg}$$

Plieno C45 kilogramo kaina 2,8Lt.

Ruošinio kaina: $6,78 \text{ kg} \cdot 3,6 \text{ Lt} = 24,40 \text{ Lt}$.

Susidariusių drožlių masė

$$M_d = V_f \cdot V_d$$

čia: V_d ; m^3 susidariusių drožlių tūris.

$$M_f = (0,00086 \text{m}^3 - 0,00054 \text{m}^3) \cdot 7850 \text{ kg} / \text{m}^3 = 2,5 \text{ kg}$$

Plieno atliekų kilogramo kaina – 1,2 Lt.

Susidariusių drožlių kaina: $2,5 \text{ kg} \cdot 1,2 \text{ Lt} = 3 \text{ Lt}$.

Šakutės ruošinio parinkimas serijinės gamybos atveju

Gaminti detales iš valcuoto strypo nėra ekonomiškai – ruošinys pilnaviduris, apdirbant reikia pašalinti didelius metalo sluoksnius. Parenkant ruošinio gavimo būdą atsižvelgiama į jo gavimo metodą, konfigūraciją, matmenis, užlaidas, tolerancijas jo pagaminimo technines sąlygas, bei ekonominį kriterijų, pasirenkame tikslesniais gamybos būdais gautus ruošinius. Todėl pasirenkame štapavimą. Štapuotiems ruošiniams nustatome bendras užlaidas visam mechaniniam apdirbimui. Užlaidų dydis priklauso nuo ruošinio svorio ir matmenų, tikslumo klasės, plieno grupės bei ruošinio sudėtingumo laipsnio. Ruošinio sudėtingumo laipsnį nustatome pagal formulę:

$$C = \frac{M_d}{M_f} = \frac{V_d}{V_f} \quad (3.2)$$

čia: M_f – formos masė = 6,068 kg;

M_d – detalės masė = 4,231 kg;

V_f – formos tūris = 773 cm^3 ;

V_d – detalės tūris = 539 cm^3 .

$$C = \frac{4,231}{6,068} = 0,697.$$

Sudėtingumo laipsnis apibūdinamas tokiais dydžiais:

C1 – nuo 0,63 iki 1,00

C3 – nuo 0,16 iki 0,32

C2 – nuo 0,32 iki 0,63

C4 – iki 0,16

Pagal apskaičiuotą reikšmę mūsų atveju sudėtingumo laipsnis lygus C1.

Plienų grupės žymimos M1 ir M2. M1 grupei priklauso angliniai ir legiruoti plienai, kuriuose anglies kiekis yra iki 0,45% ir legiruočių elementų iki 2%. M2 grupei priklauso visi kiti angliniai ir legiruoti plienai.

Parinkta medžiaga plienas C45 atitinka M1 plieno grupei.

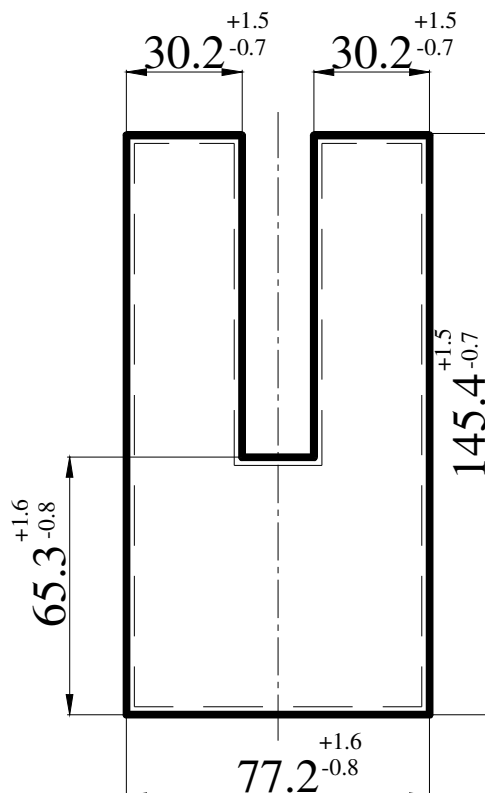
Pagal tikslumą šampuoti ruošiniai skirstomi į padidinto (I klasės) ir normalaus tikslumo (II klasės). Ruošinio tikslumas nustatomas atsižvelgiant į tikslumo reikalavimus, keliamus ruošinio matmenims, taip pat į gamybos sąlygas ir charakterį. Parenkame II tikslumo klasę (normalaus tikslumo). Ruošinio eskizas serijinei gamybai pateiktas 3.4 paveiksle.

Iš lentelės [1] parenkame detalės užlaidas ruošiniui, gautas užlaidas ir ruošinio matmenis surašome į 3.4.1 lentelę.

3.4.1 lentelė

Užlaidų reikšmės

Detalės matmuo, mm	Užlaidos dydis, mm	Ruošinio matmuo, mm	Tolerancija, μm
140	2,7	$145,4^{+1,7}_{-0,9}$	2600
72	2,6	$77,2^{+1,6}_{-0,8}$	2400
72	2,6	$77,2^{+1,6}_{-0,8}$	2400
70	2,6	$75,2^{+1,6}_{-0,8}$	2400
25	2,5	$30,4^{+1,5}_{-0,7}$	2200



3.4 pav. Ruošinio eskizas serijinei gamybai

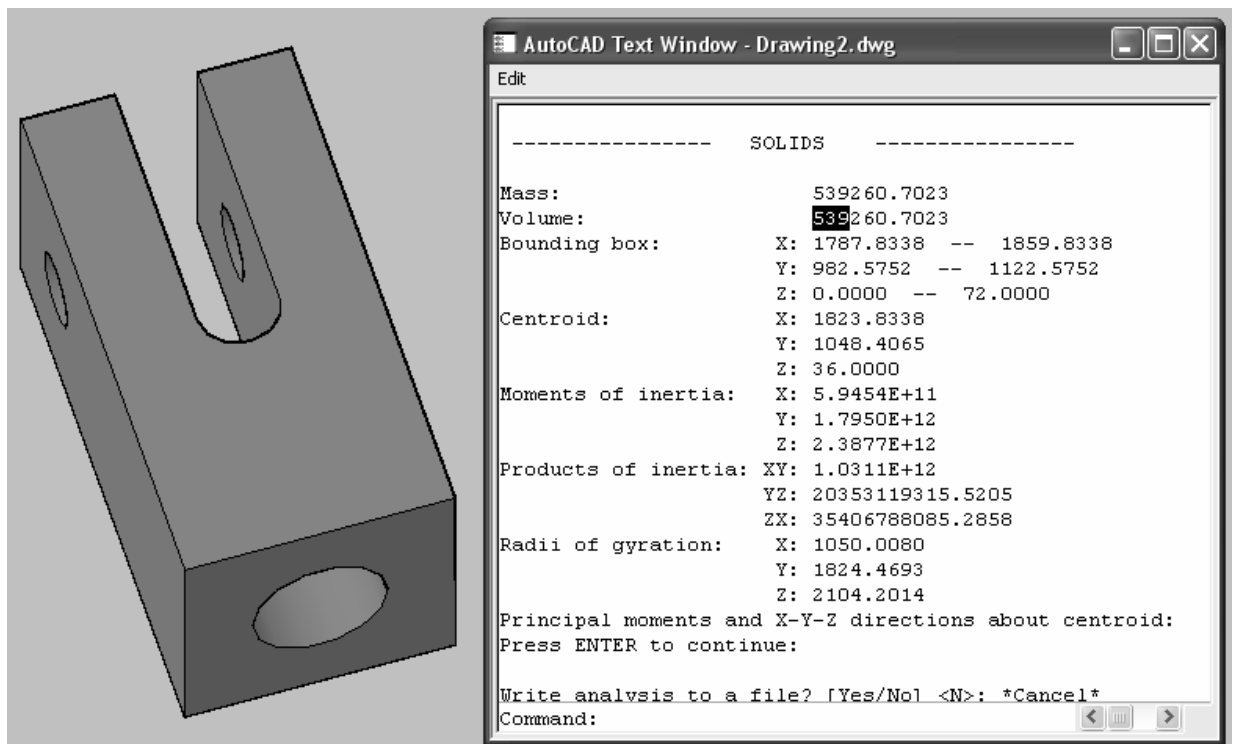
Apskaičiuojame ruošinio masę, įvertindami parinktas užlaidas ir reikiamas tolerancijas detalei pagaminti. Atlikus skaičiavimus, ruošinio masė $M_r=6,068$ kg. Matome, kad šampuotas ruošinys sveria mažiau, jo forma artimesnė detalės formai – apdirbimo metu susidarys mažiau drožlių, bus sutrumpintas apdirbimo operacijų laikas.

Ruošinio kaina: $6,068\text{kg} \cdot 3,6\text{Lt} = 21,85\text{Lt}$.

Susidariusių drožlių kaina: $1,78\text{kg} \cdot 1,2\text{Lt} = 2,14\text{Lt}$.

Vieneto kaina 2,56 Lt mažesnė nei ruošinio vienetinei gamybai.

Pastaba: detalės, detalės figūros, detalės ruošinio, susidariusių drožlių masės skaičiavimams, įvertinus parinktas užlaidas ir tolerancijas, buvo panaudota kompiuterinė programa AutoCAD 2008 (3.5 pav.).



3.5 pav. Ruošinio masės apskaičiavimas AutoCAD programa

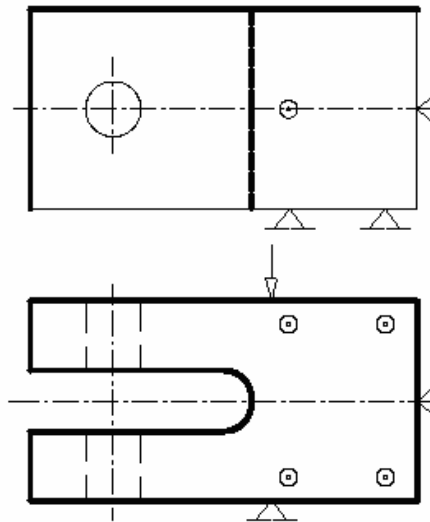
3.5 Technologinių bazių parinkimas

Gaminant detales jų ruošiniai turi būti tiksliai nustatyti staklių dalių suteikiančių įrankiams pastūmos judesį, atžvilgiu. Tokios staklių dalys yra suportų kreipiančiosios, frezavimo galvutės, kopijavimo įtaisai, peilių galvutės ir kt. Jeigu ruošinio padėtis įrankio trajektorijos atžvilgiu bus netinkama, atsiras detalės matmenų ir formos paklaidų. Bazavimo įtaiso konstrukcija, turi būti kiek įmanoma paprastesnė ir patikimesnė, kad būtų patogų ruošinį įdėti į įtaisą, užspausti ir po apdirbimo išimti, kad būtų galima laisvai privesti pjovimo įrankį prie apdirbamų paviršių.

Šakutės apdirbimas suskirstomas į tris apdirbimo operacijas. Aprašome kokie paviršiai parenkami technologinėmis bazėmis, kokie atraminiai ir prispaudžiami kiekvienoje operacijoje.

1. Pirmoji operacija (005).

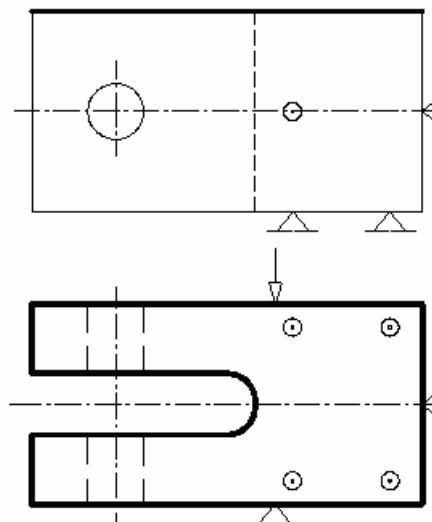
- a) Ruošinys įstatomas į pneumatinius spaustuvus ir bazuojamas paviršiais 2; 3; 5; 6 (3.6 pav.);
- b) Šioje operacijoje grubiai frezuojami paviršiai 4; 7; 8; 9; 10; 11.



3.6 pav. Bazavimo eskizas 005 operacijai

2. Antroji operacija (010).

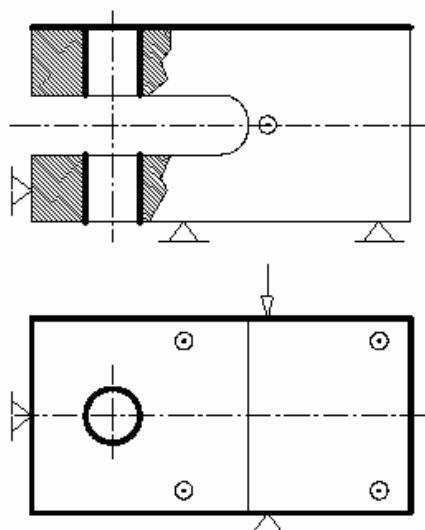
- a) Ruošinys įstatomas į pneumatinius spaustuvus ir bazuojamas paviršiais 2; 3; 4; 6 (3.7 pav.);
- b) Šioje operacijoje grubiai frezuojamas paviršius 5.



3.7 pav. Bazavimo eskizas 010 operacijai

3. Trečioji operacija (015).

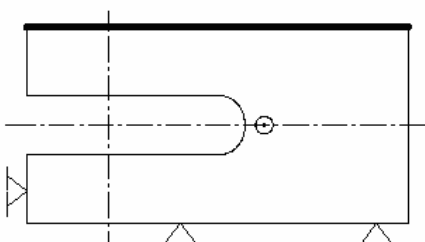
- c) Ruošinys įstatomas į pneumatinius spaustuvus ir bazuojamas paviršiais 3; 8; 4; 5 (3.8 pav.);
- d) Šioje operacijoje grubiai frezuojamas paviršius 2
- e) Gręžiamos skylės 12; 13.



3.8 pav. Bazavimo eskizas 015 operacijai

4. Ketvirtoji operacija (020).

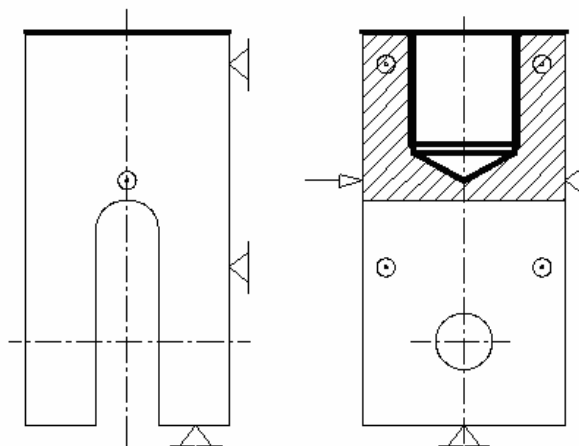
- f) Ruošinys įstatomas į pneumatinius spaustuvus ir bazuojamas paviršiais 2; 7; 4; 5 (3.9 pav.);
- g) Šioje operacijoje grubiai frezuojamas paviršius 3.



3.10 pav. Bazavimo eskizas 020 operacijai

5. Penktoji operacija (025).

- h) Ruošinys įstatomas į pneumatinius spaustuvus ir bazuojamas paviršiais 2; 7; 4; 5 (3.11 pav.);
- i) Šioje operacijoje grubiai frezuojamas paviršius 6
- j) Gręžiama ir sriegiama skylė 1.



3.11 pav. Bazavimo eskizas 025 operacijai

3.6 Detalės mechaninio apdirbimo kelio projektavimas

Reikalinga paviršiaus kokybė ir matmenų tikslumas pasiekiamas teisingai parenkant metalo apdirbimo kelią. Paviršiaus apdirbimo kelias reikalingas nustatant užlaidas, operacinius matmenis. Metalo apdirbimas pjovimu pakeičia jo geometrines paviršiaus ir fizines, mechanines bei chemines paviršinio sluoksnio savybes. Paviršiaus apdirbimo maršrutas priklauso nuo detalės konfigūracijos, masės ir gabaritų, paviršiaus matmens ir formos tikslumo, paviršiaus glotnumo ir paviršių tarpusavio padėties tikslumo bei parinktų ruošinio techninių reikalavimų. Paviršiaus apdirbimo kelias reikalingas dar ir tam, kad būtų galima nustatyti, tolesniems projektavimo etapams reikalingus, užlaidų dydžius ir operacinius matmenis. Paviršių apdirbimo tvarka sudaroma taip, kad kiekvienas vėlesnis apdirbimo būdas būtų tikslesnis už ankstesnįjį. Apdoroto paviršiaus tikslumas ir paviršiaus kokybė turi būti tokie, kad būtų galima tinkamai apdirbti kitu būdu. Parenkant rupiojo, glotniojo ir baigiamojo apdirbimo budus, vadovaujamasi apdirbimo tikslumo lentelėmis. Apdirbant galima pasiekti gana įvairių matmenų tikslumą ir paviršiaus šiurkštumą. Dažniausiai vadovaujamasi ekonomiškai pasiekiamu tikslumu [8]. Detalės apdirbimo technologinis maršrutas pateiktas 3.6.1 lentelėje.

Šakutės apdirbimo technologinis maršrutas [9], [13], [18]

Operacijos Nr.	Perėjimo Nr.	Operacija	Įrankis	Staklių tipas
005	1	4 paviršiaus grubus frezavimas	GWG 511 80 [19]	Apdirbimo centras YCM MV106A [21] (priedai 4.2 pav.)
	2	7. 8 paviršių grubus frezavimas	GWG 511 80	
	3	9, 10, 11 paviršių grubus frezavimas	OSG 484BN, 4 dantų galinė freza, Ø19 mm [24]	
010	1	5 paviršiaus grubus frezavimas	GWG 511 80	
015	1	2 paviršiaus grubus frezavimas	GWG 511 80	
	2	12, 13 paviršių gręžimas	Spiralinis grąžtas, Morzės kotu, DIN 345 RN, Ø6 mm [20]	
	3	12, 13 paviršių pakartotinis gręžimas	Spiralinis grąžtas, Morzės kotu, DIN 345 RN, Ø19,6 mm	
	4	12, 13 paviršių plėtimas	Mašininis plėstuvas DIN 212 HSS-E, Ø20 mm	
020	1	3 paviršiaus grubus frezavimas	GWG 511 80	
025	1	6 paviršiaus grubus frezavimas	GWG 511 80	
	2	1 paviršiaus gręžimas	Spiralinis grąžtas, Morzės kotu, DIN 345 RN, Ø6 mm	
	3	1 paviršiaus pakartotinis gręžimas	Spiralinis grąžtas, Morzės kotu, DIN 345 RN, Ø20 mm	
	4	1 paviršiaus gilinimas	Gilintuvas US7.090.447 B2 Ø32	
	5	1 paviršiaus sriegimas	Mašininis sriegiklis akloms skylėms 36X1 GARANT 136250	

3.7 Užlaidų analitinis skaičiavimas

Užlaidos dydis turi didelę reikšmę projektuojamam technologijos procesui. Jeigu užlaida per didelė, detalei pagaminti sunaudojama daug medžiagos, daromos papildomos technologijos pakopos, papildomai didėja detalės savikaina. Užlaida negali būti per daug maža, nes jos gali neužtekti ruošinio ar ankstesnio apdirbimo paklaidoms ištaisyti, netinkamam paviršiaus sluoksniui pašalinti ir reikiamam mikronelygumų aukščiui gauti. Dėl mažos užlaidos gali susidaryti netinkamos pjovimo įrankio darbo sąlygos, jam pjaunant liejimo pluta, arba sukietintą sluoksnį. Vadinasi per maža ar per didelė užlaida gali būti broko priežastimi.

Užlaidų skaičiavimui galima taikyti du metodus, tai analitinį ir lentelinį. Analitinis – skaičiavimo būdas, šiuo būdu užlaidos gaunamos tikslesnės, nes įvertinamos gamybinės paklaidos konkrečioms apdirbimo sąlygoms. Lentelinis – šiuo būdu gautos užlaidos būna mažiau tikslios, tačiau galima žymiai greičiau nustatyti jų reikšmes [3]. Užlaidų skaičiavimui naudosime analitinį metodą, duomenys surašyti 3.7.1 ir 3.7.2 lentelėse.

Užlaidų skaičiavimas plokštumoms

Iš detalės brėžinio pasirenkame plokščiuosius paviršius 2 ir 3, 4 ir 5 tarp kurių matmuo - $72^{+0,06}_{-0,06}$.

Šiam paviršiui apdirbti ir norint pasiekti keliamą paviršiaus šiurkštumą, numatytus matmenis, atliekamas grubus frezavimas.

Pasirenkame iš lentelių, užlaidų elementus R_z ir h , tarpiniams apdirbimo matmenims:

Ruošiniui 1 $R_z=200\mu\text{m}$; $h=250\mu\text{m}$;

Grubiam frezavimui $R_z=50\mu\text{m}$; $h=50\mu\text{m}$;

Ruošiniui 2 $R_z=200\mu\text{m}$; $h=250\mu\text{m}$;

Grubiam frezavimui $R_z=50\mu\text{m}$; $h=50\mu\text{m}$;

čia: h – defektinis sluoksnis; ρ – erdvinė paklaida; ε – nustatymo paklaida.

Dydžius R_z , h , ε , Δk randame iš lentelės.

Užlaidų skaičiavimas plokštumoms

Paviršiaus apdirbimo technologiniai perėjimai $72^{(+0,06)}_{(-0,06)}$	Užlaidos elementai, μm				Skaičiuojama užlaida, μm	Skaičiuojamas matmuo, mm	Tolerancija, μm	Ribiniai matmenys, mm		Ribinės užlaidų reikšmės, μm	
	R_z	h	ρ	ε	Z_{min}	d_{sk}	T	a_{min}	a_{max}	Z_{min}	Z_{max}
Ruošinys 1	200	250	108	—	—	73,854	2400	73,85	76,25	—	—
Frezavimas grubus	50	50	7	399	957	72,897	1260	72,90	74,16	950	2090
Ruošinys 2	200	250	108	—	—	72,897	1260	72,90	74,16	—	—
Frezavimas grubus	50	50	7	399	957	71,94	120	71,94	72,06	960	2100

Ruošinio apdirbamojo paviršiaus padėties bazinio paviršiaus atžvilgiu erdvinis nuokrypis ρ

$$\rho = \rho_{sus}$$

$$\rho_{sus} = \Delta_k \cdot L$$

Δ_k – ruošinio lyginamasis kreivumas 1 mm ilgiui, (μm)

Nustatymo paklaida ε - suprantama kaip suminė bazavimo, tvirtinimo ir ruošinio pastatymo įtaise paklaida:

$$\varepsilon_n = \sqrt{\varepsilon_b^2 + \varepsilon_{tv}^2 + \varepsilon_{pas}^2}$$

čia: ε_b – bazavimo paklaida;

ε_{tv} – tvirtinimo paklaida;

ε_{pas} – ruošinio pastatymo įtaise paklaida.

Skaičiuojama užlaida Z_{min}

$$Z_{min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$$

Lentelės sritis „skaičiuojamas matmuo a_{sk} “ pildoma pradedant nuo galutinio mažiausio ribinio (brėžinio) matmens, iš eilės pridėdant prie jo kiekvienos technologinės pakopos minimalią užlaidą.

Nustatomos tolerancijos:

4 paviršiaus ruošiniui 2400 μm

5 paviršiaus frezavimui 120 μm

4 paviršiaus frezavimui ir 5 paviršiaus ruošiniui tolerancija apskaičiuojama:

$$T = \frac{T_{ruoš} + T_{apd}}{2} = \frac{2400 + 120}{2} = 1260 \mu m$$

Stulpelyje „Mažiausias ribinis matmuo $a_{\min}$ “ surašomos kiekvienos pakopos suapvalintos į didesnę pusę apskaičiuotų matmenų a_{sk} reikšmės.

Didžiausius ribinius matmenis $a_{\max}$ gauname pridėję prie mažiausių ribinių matmenų atitinkamos pakopos tolerancijas.

Užlaidų ribinės reikšmės:

$$Z_{\min}=a_{\min-1}-a_{\min} (\mu m);$$

$$Z_{\max}=a_{\max-1}-a_{\max} (\mu m).$$

Ruošinio brėžinys 3.2 paveiksle.

3.7.2 lentelė

Užlaidų skaičiavimas plokštumoms

Paviršiaus apdirbimo technologiniai perėjimai $140^{(+0,08)}_{(-0,08)}$	Užlaidos elementai, μm				Skačiuojama užlaida, μm	Skačiuojamas matmuo, mm	Tolerancija, μm	Ribiniai matmenys, mm		Ribinės užlaidų reikšmės, μm	
	R_z	h	ρ	ε	$Z_{\min}$	a_{sk}	T	$a_{\min}$	$a_{\max}$	$Z_{\min}$	$Z_{\max}$
Ruošiny 1	200	250	140	—	—	142,15	2600	142,15	144,75	—	—
Frezavimas grubus	50	50	8	525	1115	141,035	1380	141,04	142,420	1110	2330
Ruošiny 2	200	250	140	—	—	141,035	1380	141,04	141,420	—	—
Frezavimas grubus	50	50	8	525	1115	139,92	160	139,92	140,08	1120	1340

Ruošinio apdirbamojo paviršiaus padėties bazinio paviršiaus atžvilgiu erdvinis nuokrypis ρ

$$\rho=\rho_{sus}$$

$$\rho_{sus}=\Delta_k \cdot L$$

Δ_k – ruošinio lyginamasis kreivumas 1 mm ilgiui, (μm)

Nustatymo paklaida ε - suprantama kaip suminė bazavimo, tvirtinimo ir ruošinio pastatymo įtaise paklaida:

$$\varepsilon_n = \sqrt{\varepsilon_b^2 + \varepsilon_{tv}^2 + \varepsilon_{pas}^2}$$

čia: ε_b – bazavimo paklaida;

ε_{tv} – tvirtinimo paklaida;

ε_{pas} – ruošinio pastatymo įtaise paklaida.

Skačiuojama užlaida $Z_{\min}$

$$Z_{\min}=R_{zi-1}+h_{i-1}+\rho_{i-1}+\varepsilon_i$$

Lentelės sritis „skaičiuojamas matmuo a_{sk} “ pildoma pradedant nuo galutinio mažiausio ribinio (brėžinio) matmens, iš eilės pridėdant prie jo kiekvienos technologinės pakopos minimalią užlaidą.

Nustatomos tolerancijos kiekvienam perėjimui:

6 paviršiaus ruošiniui $2600 \mu m$

7, 8 paviršių frezavimui $160 \mu m$

6 paviršiaus frezavimui ir 8, 9 paviršiaus ruošiniui tolerancija apskaičiuojama:

$$T = \frac{T_{ruoš} + T_{apd}}{2} = \frac{2600 + 160}{2} = 1380 \mu m$$

Stulpelyje „Mažiausias ribinis matmuo a_{min} “ surašomos kiekvienos pakopos suapvalintos į didesnę pusę apskaičiuotų matmenų a_{sk} reikšmės.

Didžiausius ribinius matmenis a_{max} gauname pridėję prie mažiausių ribinių matmenų atitinkamos pakopos tolerancijas.

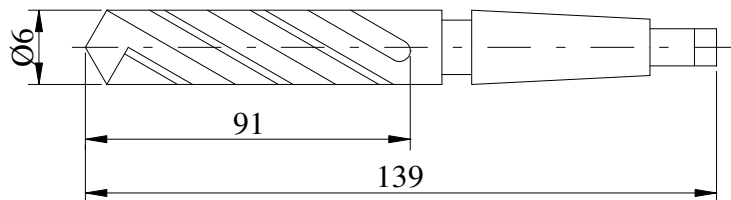
Užlaidų ribinės reikšmės:

$$Z_{min} = a_{min-1} - a_{min} (\mu m);$$

$$Z_{max} = a_{max-1} - a_{max} (\mu m).$$

3.8 Pjovimo režimų nustatymas

Operacija 005. Paviršiaus 12; 13; $\varnothing 6mm$ gręžimais (3.12 pav.). Skyles apdirbame spiraliniu grąžtu su kūginiu kotu DIN345RN. Grąžto medžiaga – greitapjūvis plienas P6M5K5. Apdirbamų paviršių tikslumas atitinka 12 – jį kokybę. Paviršiaus tikslumas $Ra=12.5\mu m$. Dirbama programinėmis staklėmis. Apdirbamoji medžiaga“ $\sigma_u = 637 MPa$; HB=179 [5], [11].



3.12 pav. Grąžto eskizas

Grąžto matmenys: $D \times L \times l = \varnothing 6 \times 91 \times 139 mm$.

Prenkami pjovimo dalies kampai: $2\phi = 118^\circ$; $\alpha = 12^\circ$; $\gamma = 55^\circ$; $\omega = 30^\circ$.

Gręžimo režimų nustatymas

Apskaičiuojamas leistinas pjovimo gylis:

$$t=0,5 \cdot D=0,5 \cdot 6=3\text{mm};$$

čia: D – grąžto skersmuo, mm;

Parenkama gręžimo pastūma vienam pasisukimui: $s=0,25\text{mm/aps.}$

Apskaičiuojamas leistinas pjovimo greitis gręžiant:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v \quad (3.3)$$

čia: $C_v=9,8$; $q=0,4$; $y=0,5$; $m=0,2$ – konstanta ir laipsnių rodikliai;

D – gręžimo skersmuo, mm;

$T=25\text{min}$ – vidutinė grąžto patvarumo reikšmė;

Pataisos koeficientas:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}; \quad (3.4)$$

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

$$K_{mv} = K_l \left(\frac{750}{\sigma_u} \right)^n \quad (3.5)$$

čia: $K_l=1,0$ – koeficientas, įvertinantis apdirbamojo plieno grupę;

$n=0,9$ – laipsnio rodiklis;

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{637} \right)^{0,9} = 1,15 \quad (3.6)$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,15 \quad (3.7)$$

čia: $K_{uv}=1,0$ – koeficientas, įvertinantis grąžto medžiagos įtaką;

$K_{lv}=1,0$ – koeficientas, įvertinantis gręžimo gylio įtaką.

$$v = \frac{9.8 \cdot 6^{0.4} \cdot 1.15}{25^{0.2} \cdot 0.25^{0.5}} = 24 \text{ m/min}$$

Apskaičiuojamas grąžto sukimosi dažnis:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 24}{3.14 \cdot 6} = 1270 \text{ aps/min.} \quad (3.8)$$

Sukimosi dažnio suderinimas su staklių paso duomenimis:

$$n_{st} \leq n; n_{st} = 1270 \text{ aps/min.}$$

$$\text{Gręžimo minutinė pastūma: } s_m = s_{n_{st}} = 0.25 \times 1270 = 318 \text{ mm/min;}$$

Kai pastūmos staklėse keičiamos laipsniškai, pastūmų reikšmė derinama su staklių pase nurodytomis pastūmomis, priimant s_m lygią arba artimiausią mažiausią už apskaičiuotą:

$$s_m = 318 \text{ mm/min.}$$

Tikslinama pastūma vienam apsisukimui (kai s_m derinama su staklių paso duomenimis)

$$s = \frac{s_m}{n_{st}} = \frac{318}{1270} = 0.25 \text{ mm / aps.} \quad (3.9)$$

Tikrasis pjovimo greitis:

$$v_t = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{st}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 6 \cdot 1270}{1000} = 24 \text{ m/min;} \quad (3.10)$$

Apskaičiuojamas sukimo momentas:

$$M = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p; \quad (3.11)$$

čia: $C_m = 0.0345$; $q = 2.0$; $y = 0.8$;

K_p – koeficientas, naudojamas taip pat ašinei jėgai apskaičiuoti;

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_u}{750} \right)^{0.75} = \left(\frac{637}{750} \right)^{0.75} = 0.88 \quad (3.12)$$

$$M = 10 \cdot 0.0345 \cdot 6^2 \cdot 0.25^{0.8} \cdot 0.88 = 5.4 Nm;$$

Apskaičiuojama ašinė pjovimo jėga:

$$P_0 = 10 C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p; \quad (3.13)$$

čia: $C_p=68$; $q=1.0$; $y=0.7$;

$$P = 10 \cdot 68 \cdot 6^{1.0} \cdot 0.25^{0.7} \cdot 0.88 = 1360 N;$$

Gražtui sukti reikalinga pjovimo galia:

$$N = \frac{M \cdot n_{st}}{9750} = \frac{5.4 \cdot 1270}{9750} = 0.7 kW;$$

Parinkti pjovimo režimai turi tenkinti sąlygą:

$$N \leq N_v \eta;$$

čia: $N_v=3.7 kW$ – pagrindinio elektros variklio galia;

$\eta = 0.8$ – staklių pavaros naudingumo koeficientas;

$0.7 \leq 2.96$ (sąlyga tenkinama).

Paskaičiuojamas gręžimo mašininis laikas:

$$T_m = \frac{L}{S_m}$$

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

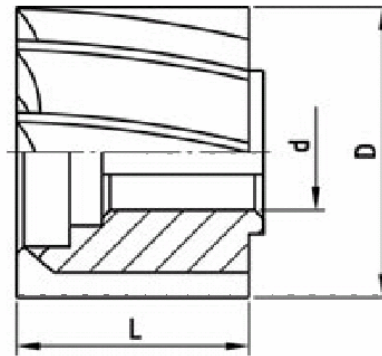
$$L = l + l_1 + l_2 = 50 + 8 = 58 mm;$$

$l=25 mm$ – apdirbamos detalės storis;

$l_1+l_2=8 mm$ – gręžto įsipjovimo gylis ir praėjimo ilgis;

$$T_m = \frac{L}{S_m} = \frac{58}{318} = 0.18 \text{ min.}$$

Operacija 005. Paviršiaus 2; 3; 4; 5; grubus frezavimas. Paviršius apdirbame freza GWG51180 (3.13 pav.). Frezos medžiaga – greitapjūvis plienas HSS-E Co5. Apdirbamų paviršių tikslumas atitinka 12 – jį kokybę. Paviršiaus tikslumas $R_a=6.3 \mu\text{m}$. Dirbama programinėmis staklėmis. Apdirbamoji medžiaga“ $\sigma_u = 637 \text{ MPa}$; HB=179.



3.13 pav.Frezos eskizas

Apdirbamas paviršius;
frezavimo plotis $B=72\text{mm}$;
frezavimo ilgis $l=140$;
pjovimo gylis $t=2,7\text{mm}$.

Peilio geometriniai matmenys:

skersmuo $D=80\text{mm}$;
dantų skaičius $z=10$;
ilgis $L=45\text{mm}$;
 $d=27\text{mm}$

Parenkame peilio kampus:

$\gamma=-10^\circ$; $\alpha_1=15^\circ$; $\varphi=30^\circ$; $\varphi_0=15^\circ$; $\varphi_1=5^\circ$; $\lambda=15^\circ$.

Parenkame pastūmą dančiui:

$s_z=0,2 \text{ mm/danč.}$

Apskaičiuojame leistiną pjovimo greitį:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v;$$

D – frezos skersmuo, mm;

$C_v=332$; $q=0,2$; $x=0,1$; $y=0,4$; $u=0,2$; $p=0$; $m=0,2$ – konstanta ir laipsnių rodikliai;

$T=180\text{min}$ – frezos patvarumas;

t – pjovimo gylis, mm;

B – frezavimo plotis, mm;

z – frezos dantų skaičius;

K_v – bendras pataisos koeficientas

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv},$$

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

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_u} \right)^n; \quad K_{\Gamma}=1; \quad n=1;$$

$$K_{mv} = 1 \left(\frac{750}{637} \right)^1 = 1,17;$$

$K_{nv}=1$ – koeficientas, įvertinantis ruošinio paviršiaus būklę;

$K_{uv}=1$ – koeficientas, įvertinantis įrankio medžiagą.

$$K_v = 1,17 \cdot 1 \cdot 1 = 1,17;$$

$$v = \frac{332 \cdot 80^{0,2} \cdot 1,17}{180^{0,2} \cdot 2,7^{0,1} \cdot 0,2^{0,4} \cdot 72^{0,2} \cdot 10^{0,1}} = \frac{932}{4,73} = 197 \text{ m/min.}$$

1. Apskaičiuojame frezos sukimosi dažnį:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 197}{3,14 \cdot 80} = 784 \text{ aps/min.}$$

2. Parenkame staklių sūklės sukimosi dažnį pagal staklių paso duomenis:

$$n_{st} \leq n; \quad n_{st} = 4000 \text{ r/min.}$$

3. Apskaičiuojame tikrąjį pjovimo greitį:

$$v_t = \frac{\pi D n_{st}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 780}{1000} = 195 \text{ m/min.}$$

4. Apskaičiuojame minutinę pastumą:

$$s_m = s_z z n_{st} = 0,2 \cdot 10 \cdot 780 = 1560 \text{ mm/min.}$$

5. Apskaičiuojame tangentinės (apskritiminės) pjovimo jėgos dedamąją:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{mp};$$

$C_p=825$; $x=1$; $y=0,75$; $u=1,1$; $q=1,3$; $w=0,2$ – konstanta ir laipsnių rodikliai;

n – frezos sukimosi dažnis, r/min.;

D – frezos skersmuo, mm;

K_{mp} – koeficientas, įvertinantis apdirbamąją medžiagą.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_u}{750} \right)^{0,3} = \left(\frac{637}{750} \right)^{0,3} = 0,95;$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2,7^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 72^{1,1} \cdot 10 \cdot 0,95}{80^{1,3} \cdot 780^{0,2}} = \frac{2535943,5}{1122} = 2260 \text{ N.}$$

6. Apskaičiuojame frezos sukimosi momentą:

$$M = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000} = \frac{2260 \cdot 80}{2000} = 90.$$

7. Apskaičiuojame pjovimui reikalingą galią:

$$N = \frac{P_z v_t}{60 \cdot 1020} = \frac{2260 \cdot 195}{61200} = 7 \text{ kW.}$$

Parinkti pjovimo režimai turi tenkinti sąlygą:

$$N \leq N_v \eta;$$

čia: N_v – pagrindinio elektros variklio galia;

$\eta=0,8$ – staklių pavaros naudingumo koeficientas.

$$7 \leq 10 \cdot 0,8;$$

$$7 \leq 8.$$

Sąlyga tenkinama.

Kiekvienai operacijai parenkamas pjovimo gylis, pastūma, pjovimo greitis, apsisukimų dažnis. Rezultatai surašomi į 3.8.1 lentelę.

3.8.1 lentelė

Pjovimų režimų, detalei įvorė skaičiavimo rezultatai

Operacij os Nr.	Operacija, perėjimas	Staklių tipas	Pjovimo gyli, t mm	Pastūma, s mm/aps.	Pjovimo greitis, v m/min	Apsisuki mų dažnis, n aps/min
005	Frezavimas					
1	4 paviršiaus grubus frezavimas	Apdirbimo centras YCM MV 106A	2,7	0,2d	195	780
2	9, 10, 11 paviršių grubus frezavimas		2,5	0,2d	166	2600
	7, 8 paviršių grubus frezavimas		2,7	0,2d	156	2480
010	Frezavimas					
1	5 paviršiaus grubus frezavimas	YCM MV 106A	2,7	0,2d	195	780
015	Frezavimas - gręžimas					
1	2 paviršių grubus frezavimas	Apdirbimo centras YCM MV 106A	2,7	0,2d	195	780
2	12, 13 paviršių gręžimas		3	0,25	24	1270
3	12, 13 paviršių pakartotinis gręžimas		6,8	0,25	38	615
4	12, 13 paviršių plėtimas		0,2	0,5	27	420
020	Frezavimas					
1	3 paviršiaus grubus frezavimas	Apdirbimo centras YCM MV 106A	2,7	0,2d	195	780
025	Frezavimas - gręžimas					
1	6 paviršiaus grubus frezavimas	Apdirbimo centras YCM MV 106A	2,7	0,2d	195	780
2	1 paviršiaus gręžimas		3	0,25	24	1270
3	1 paviršiaus pakartotinis gręžimas		5	0,25	39	620
4	1 paviršiaus gilinimas		2	0,25	48	450
5	1 paviršiaus sriegimas		0,75	1,5	24	210

3.9 Technologinio proceso normavimas

Vienetinis skaičiuojamasis operacijos atlikimo laikas randamas pagal formulę:

$$t_v = t_0 + t_p + t_{ap} + t_{pl}, \quad (3.14)$$

čia: t_0 – pagrindinis laikas,

t_p – pagalbinis laikas,

t_{ap} – darbo vietos aptarnavimo laikas,

t_{pl} – laikas darbuotojo asmeniniams poreikiams.

Pagrindinis laikas apskaičiuojamas:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S_m}, \quad (3.15)$$

čia: L – įrankio perslinkimo skaičiuojamas ilgis apdirbimo metu, mm,

i – darbo eigų skaičius atliekamame perėjime,

S_{min} – minutinė įrankio pastūma, mm/min.

Dydis L nustatomas:

$$L = l + l_{is} + l_{i\check{s}} + l_{pr}, \quad (3.16)$$

čia: l – apdirbamo paviršiaus ilgis (pagal ruošinio brėžinį),

l_{is} – įrankio įsipjovimo dydis (pagal geometrinę schemą),

$l_{i\check{s}} = 1 - 5 \text{ mm}$ grąžto arba $D_{frezos} / 2 \text{ mm}$ – įrankio išėjimo dydis,

$l_{pr} = 1 - 470 \text{ mm}$ – įrankio privedimo prie ruošinio ilgis.

Pagalbinis laikas:

$$t_p = t_{pu} + t_{pv} + t_{pm} = 0,21 + 0,84 + 0,11 = 1,16 \text{ min}, \quad (3.17)$$

čia: $t_{pu} = 0,21 \text{ min}$ – uždėjimo ir nuėmimo laikas,

$t_{pv} = 0,84 \text{ min}$ – valdymo laikas,

$t_{pm} = 0,11 \text{ min}$ – matavimo laikas.

Darbo vietos aptarnavimo laikas:

$$t_{ap} = t_t + t_{org}, \quad (3.18)$$

čia: t_t – techninio aptarnavimo laikas,
 t_{org} – organizacinio aptarnavimo laikas.

Techninio aptarnavimo laikas:

$$t_t = \frac{t_{op}}{100\%} (\leq 6\%), \quad (3.19)$$

čia: t_{op} – operatyvinis laikas.

Operatyvinis laikas:

$$t_{op} = \sum_{k=1}^p t_{ok} + \sum_{i=1}^q t_{pi}, \quad (3.20)$$

čia: t_{ok} – k-jo technologinio perėjimo pagrindinis laikas,

p – technologinių perėjimų kiekis,

t_{pi} – i-jo pagalbinio perėjimo atlikimo laikas,

q – pagalbinių perėjimų kiekis.

Organizacinio aptarnavimo laikas:

$$t_{org} = \frac{t_{op}}{100\%} (0,6...8\%). \quad (3.21)$$

Techninio aptarnavimo laikas skirtas nudilusiam įrankiui pakeisti, įrenginiui paderinti, įrankiui reguliuoti. Skaičiavimuose jis įvertinamas procentais (iki 6proc.) nuo operatyvinio laiko arba skaičiuojamas pagal normatyvus atsižvelgiant į atliekamus darbus.

Organizacinio aptarnavimo laikas sugaištamas paruošiant darbo vietą darbo pradžiai, sutvarkant darbo vietą pasibaigus pamainai, tepant ir valant stakles ir kt. Jis nustatomas procentais nuo operatyvinio laiko (0,6 -8%).

Laikas asmeniniams poreikiams taip pat įvertinamas procentais nuo operatyvinio laiko (apie 2,5%). Technologinio proceso normavimo rezultatai surašyti 3.9.1 lentelėje.

Nagrinėjame vienetinio laiko normą **005** operacijai: frezavimas.

1. Frezuojame paviršius 4:

$$L = 140 + 80 + 5 = 225 \text{ mm} ;$$

$$t_0 = \frac{225 \cdot 1}{1560} = 0.144 \text{ min} ;$$

2. Frezuojame paviršius 9; 10; 11:

$$L = 80 + 80 + 2 + 20 + 5 = 187 \text{ mm} ;$$

$$t_0 = \frac{187 \cdot 1}{3120} = 0.06 \text{ min} ;$$

3. Frezuojame paviršius 7; 8:

$$L = 25 + 25 + 25 + 20 + 5 = 100 \text{ mm} ;$$

$$t_0 = \frac{100 \cdot 1}{2976} = 0.033 \text{ min} ;$$

$$\sum t_0 = 0.144 + 0.06 + 0.033 = 0.237 \text{ min} ;$$

$$t_{op} = 0.237 + 1.16 = 1.397 \text{ min}$$

$$t_{ap} = \frac{1.397}{100\%} 4\% + \frac{1.397}{100\%} 2\% = 0.08 \text{ min} ;$$

$$t_{pl} = \frac{1.397}{100\%} 2.5\% = 0.035 \text{ min} ;$$

$$t_v = 0.237 + 1.16 + 0.08 + 0.035 = 1.512 \text{ min} .$$

Nagrinėjame vienetinio laiko normą **010** operacijai: frezavimas.

1. Frezuojame paviršių 5:

$$L = 140 + 80 + 5 = 225 \text{ mm} ;$$

$$t_o = \frac{225 \cdot 1}{1560} = 0.144 \text{ min} ;$$

$$\sum t_o = 0.144 \text{ min} ;$$

$$t_{op} = 0.144 + 1.16 = 1.304 \text{ min}$$

$$t_{ap} = \frac{1.304}{100\%} 4\% + \frac{1.304}{100\%} 2\% = 0.076 \text{ min} ;$$

$$t_{pl} = \frac{1.304}{100\%} 2.5\% = 0.033 \text{ min} ;$$

$$t_v = 0.144 + 1.16 + 0.076 + 0.033 = 1.413 \text{ min} .$$

Nagrinėjame vienetinio laiko normą **015** operacijai: frezavimas - gręžimas

1. Frezuojame paviršių grubiai 2:

$$L = 140 + 80 + 5 = 225 \text{ mm} ;$$

$$t_o = \frac{225 \cdot 1}{1560} = 0.144 \text{ min} ;$$

2. gręžimas pav.12; 13

$$L = 72 + 5 = 77 \text{ mm} ;$$

$$t_o = \frac{77 \cdot 1}{317} = 0.242 \text{ min} ;$$

3. pakartotinis gręžimas pav.12; 13

$$L = 72 + 5 = 77 \text{ mm} ;$$

$$t_0 = \frac{77 \cdot 1}{153} = 0.503 \text{ min} ;$$

4. Plėtimas pav.12; 13

$$L = 72 + 5 = 77 \text{ mm} ;$$

$$t_0 = \frac{77 \cdot 1}{105} = 0.733 \text{ min} ;$$

$$\sum t_0 = 0.144 + 0.242 + 0.503 + 0.733 = 1.622 \text{ min} ;$$

$$t_{op} = 1.622 + 1.16 = 2.782 \text{ min}$$

$$t_{ap} = \frac{2.782}{100\%} 4\% + \frac{2.782}{100\%} 2\% = 0.166 \text{ min} ;$$

$$t_{pl} = \frac{2.782}{100\%} 2.5\% = 0.07 \text{ min} ;$$

$$t_v = 1.622 + 1.16 + 0.166 + 0.07 = 3.018 \text{ min} .$$

Nagrinėjame vienetinio laiko normą **020** operacijai: frezavimas.

1. Frezuojame paviršių 3:

$$L = 140 + 80 + 5 = 225 \text{ mm} ;$$

$$t_0 = \frac{225 \cdot 1}{1560} = 0.144 \text{ min} ;$$

$$\sum t_0 = 0.144 \text{ min} ;$$

$$t_{op} = 0.144 + 1.16 = 1.304 \text{ min}$$

$$t_{ap} = \frac{1.304}{100\%} 4\% + \frac{1.304}{100\%} 2\% = 0.076 \text{ min};$$

$$t_{pl} = \frac{1.304}{100\%} 2,5\% = 0,033 \text{ min};$$

$$t_v = 0.144 + 1.16 + 0.076 + 0.033 = 1.413 \text{ min}.$$

Nagrinėjame vienetinio laiko normą **025** operacijai: frezavimas – gręžimas – sriegimas.

1. Frezuojame paviršių grubiai 6:

$$L = 72 + 80 + 5 = 157 \text{ mm};$$

$$t_0 = \frac{157 \cdot 1}{1560} = 0.100 \text{ min};$$

2. gręžimas pav.1

$$L = 43 + 5 = 48 \text{ mm};$$

$$t_0 = \frac{48 \cdot 1}{317} = 0.151 \text{ min};$$

3. pakartotinis gręžimas pav.1

$$L = 43 + 5 = 48 \text{ mm};$$

$$t_0 = \frac{48 \cdot 1}{155} = 0.309 \text{ min};$$

4. Gilinimas pav.1

$$L = 43 + 5 = 48 \text{ mm};$$

$$t_0 = \frac{48 \cdot 1}{112} = 0.428 \text{ min};$$

5. Sriegimas pav.1

$$L = 40 + 5 = 45mm ;$$

$$t_0 = \frac{45 \cdot 1}{210} = 0.228min$$

$$\sum t_0 = 0.1 + 0.151 + 0.309 + 0.428 + 0.228 = 1.216 min ;$$

$$t_{op} = 1.216 + 1.16 = 2.376 min$$

$$t_{ap} = \frac{2.376}{100\%} 4\% + \frac{2.376}{100\%} 2\% = 0.142min ;$$

$$t_{pl} = \frac{2.376}{100\%} 2,5\% = 0.06 min ;$$

$$t_v = 1.216 + 1.16 + 0.142 + 0.06 = 2.578min .$$

3.9.1 lentelė

Technologinio proceso normavimas

Operacijos žymėjimas	Operacijų pavadinimas	Pradinis laikas	Poilsio ir aptarnavimo laikas		Visas laikas
		$\sum t_0$	$t_{pl.}$	t_{ap}	$\sum t_v$
005	Frezavimas	0,237	0,035	0,08	1,512
010	Frezavimas	0,144	0,033	0,076	1,413
015	Frezavimas – gręžimas - plėtimas	1,622	0,07	0,166	3,018
020	Frezavimas	0,144	0,033	0,076	1,413
025	Frezavimas – gręžimas – gilinimas – sriegimas	1,216	0,06	0,142	2,578
Iš viso:					9,934

Vienai detalei pagaminti užtrunkama apie 10 min.

4. ŽMONIŲ SAUGA IR EKSPLOATACINIAI REIKALAVIMAI

Projektuojamas gaminys – pneumatinis presas dviračių vairo kolonėlių presavimui. Visas presas yra pagamintas iš metalo, bei kitų pagalbinių medžiagų (polietileno PE). Papildoma įranga pagaminta naudojant gumą, plastmasę, spalvotuosius metalus ir k.t. Kad gaminys estetiškai atrodytų jis nudažytas mėlyna spalva, ji yra gerai pastebima ir nevargina dirbančio žmogaus.

Darbo vieta kurioje stovės presas gali būti mechaninės dirbtuvės surinkimo cechai įvairios kitos patalpos, kuriose yra suslėgto oro prievadai. Presas užima nedidelį grindų plotą 520 mm x800 mm, tačiau yra aukštas – 2000 mm.

Pneumatinis presas turi būti pastatytas ant tvirto lygaus paviršiaus taip, kad apie jį būtų pakankamai laisvos erdvės. Šis reikalavimas laikomas įvykdytu tada, kai laisva erdvė tarp šalia esančių staklių yra nemažesnė kaip 1,1 m, o tarp preso ir sienų 0,7 m. Turi būti užtikrintas laisvas darbo vietos erdvės plotas iš priekio – 2,5 m.

Mechaninis baras turi atitikti darbo aplinkai keliamus reikalavimus pagal Lietuvos higienos normą HN69:2003. Pagal ją vidutinio sunkumo darbo aplinkoje yra užtikrinami tokie parametrai: pakankama oro temperatūra šaltuoju metu laikotarpiu 17-23 laipsnių šilumos pagal Celcijų, šiltuoju metų laikotarpiu – 18-23 laipsniai šilumos pagal Celcijų. Santykinė drėgmė šaltuoju metų laikotarpiu ne daugiau kaip 75%, oro judėjimo greitis nedidesnis nei 0,3 m/s šiltuoju metų laikotarpių santykinis oro drėgnumas 60% prie 26 laipsnių šilumos, o oro judėjimo greitis – 0,2-0,4 m/s.

Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas reglamentuojamas Lietuvos higienos normomis – HN 98 : 2000. Apšvietimas patalpoje turi būti ne mažesnis nei 200 Lx, naudojami liuminescenciniai šviestuvai, natūralus apšvietimas arba kombinuotas.

Mechaninis baras turi būti suprojektuotas taip, jog visi triukšmą keliantys įrenginiai būtų atskirose izoliuotose vietose. Taigi leistina bendra garso slėgio norma (80dBA) turi būti neviršijama.

Pagal sprogimo ir gaisro pavojų patalpos gali būti priskiriamos D kategorijai, nes apdirbamos medžiagos yra nedegios. Gamybinių patalpų projektavimas turi būti atliktas laikantis bendrųjų priešgaisrinės saugos taisyklių (BPST – 2010-09-01). Patalpoje turi būti pirmos pagalbos vaistinė. Gesintuvai atitinkantys LST EN3 standartą patalpoje turi būti išdėstyti kas 35 – 40m. Visi gaisrinės saugos ženklai esantys patalpose turi atitikti LST ISO 7010:2004 standartą.

Patalpoje virš durų turi būti ventiliacijos grotelės, oras patalpoje turi pasikeisti du kartus per pamainą.

Be visų išvardytų reikalavimų būtina laikytis bendrų eksploatacijos ir darbo saugos ir sveikatos reikalavimų.

Turi būti vedamas pneumatinio preso apžiūros žurnalas. Jame mechanikas turi registruoti gedimus, bei reguliariai atliekamus profilaktinius priežiūros darbus ir nustatyti sekančią apžiūros datą.

Kas pusę metų turi būti suteptos visos judančios preso dalys.

Kartą per metus turi būti išvalyti ar pakeisti pneumatinės sistemos oro filtrai.

Kitoms preso konstrukcijos dalimis atliekama periodiška apžiūra, tikrinamos įvorės, kaip dėvisi dalys, ar neatsiranda kokių nors deformacijų, kurios įtakotų presavimo kokybę ar darbo sąlygas. Susidėvėjusios dalys keičiamos naujomis arba remontuojamos, įvorės suteptos tepalu, o netinkamos eksploatacijai – pakeičiamos.

Prieš pradėdamas pirmą kartą naudoti prietaisą darbuotojas turi susipažinti su šio prietaiso konstrukcija ir veikimo, bei naudojimo principu.

Prieš darbo pradžią darbininkas turi patikrinti, apžiūrėti presą ir nustatyti ar jame nėra pašalinių ar šiukšlių, galinčių pakenkti mechanizmui. Darbininkas radęs pašalinį objektą ar šiukšlę privalo jį pašalinti, o jei pats to padaryti nesugeba, pakviesti asmenį atsakingą už mechanizmų priežiūrą (mechanizmų priežiūros meistras). Tokių atveju darbas gali būti pradėtas tik gavus mechanizmų priežiūros meistro leidimą. Pneumatinis cilindras turi būti patikimai pritvirtintas, iššokusi žarnelė gali sužeisti aplinkinius, apgadinti preso ar dviračio dalis. Reikia apžiūrėti ar nėra įtrūkimų, įplyšimų žarnelėse. Apžiūrėti pneumatinio cilindro dalis ar nėra laisvumo, niekas nekliba, jeigu reikia sutepti tinkamu tepalu, ar pakeisti susidėvėjusias dalis, jei defektai nepataisomi, cilindrą reikia vežti į autorizuatą servisą.

Po darbo, jei prietaisas daugiau nebus naudojamas, jis turi būti nuvalytas ir sutvarkytas. Jei įtaisas bus nenaudojamas ilgesnį laiką, patartina sutepti, uždengti specialiais apvalkalais.

Preso eksploatacijos metu daromas minimalus poveikis aplinkai. Išleidžiant suslėgtą orą iš pneumatinio cilindro į aplinką išmetamas nedidelis kiekis alyvos, naudojamos vidiniam pneumatinės sistemos tepimui. Jis nusėsta šalia įrengimo, kuris gali būti periodiškai surenkamas.

5. EKONOMINĖ DALIS

Ekonominėje dalyje apskaičiuota šakutės gamybos savikaina, bei pateikiama galima pardavimo kaina.

Pagrindinių ekonominių rodiklių skaičiavimas vykdomas įvertinant išlaidas pradinėje projektavimo stadijoje, tiesiogines ir netiesiogines išlaidas, veiklos sąnaudas bei finansines, investicines sąnaudas [2]. Apskaičiavus visus minėtus rodiklius užpildoma gaminio savikainos skaičiavimo 5.1 lentelė.

5.1 lentelė

Gaminio savikainos skaičiavimas

	Išlaidų straipsnis	Išlaidos, Lt
I	Gaminio projektavimo ir technologinio rengimo išlaidos	
a)	projektavimo darbai	4659,49
b)	technologijos paruošimo darbai	4975,30
	Iš viso projektavimo ir technologinio rengimo išlaidų	9634,79
II	Tiesioginės gamybos išlaidos	
1.	Tiesioginės medžiagų sąnaudos	
a)	medžiagų ir žaliavų išlaidos	82597,96
b)	grįžamosios atliekos	1418,89
2.	Tiesioginės darbo apmokėjimo sąnaudos (pagrindinės gamybos darbininkams)	
a)	darbo užmokestis	75,60
b)	socialinis draudimas	24,93
	Iš viso tiesioginių gamybos išlaidų	82698,49
III.	Netiesioginės gamybos išlaidos:	
a)	energijos išlaidos technologiniams tikslams	2037,91
b)	vandens išlaidos	1440,00
c)	aptarnaujančio personalo darbo užmokesčio ir socialinio draudimo išlaidos	7865,00
d)	patalpų šildymo išlaidos	2666,75
e)	patalpų apšvietimo išlaidos	1951,48
f)	ilgalaikio turto nusidėvėjimas	3744,38
	Iš viso netiesioginių gamybos išlaidų	19705,52
	Gamybos savikaina	110619,90
IV.	Veiklos sąnaudos	59966,39
V.	Iš viso išlaidų	170586,30
	Gamybos programa, vnt.	15
	Vieno gaminio išlaidos	11372,42
	Gaminio pardavimo kaina	13650,00

5.1 Projektavimo darbų sąnaudos

Projektavimo darbų trukmė priklauso nuo gaminio sudėtingumo ir naujumo. Projektavimo darbai ir jiems atlikti skirti laiko intervalai pateikti 5.1.1 lentelėje.

5.1.1 lentelė

Projektavimo darbų laiko sąnaudos

Eilės Nr.	Projektavimo darbų charakteristikos	Detalių projektavimo laiko sąnaudos, val.	Brėžinių skaičius, vnt.	Visų detalių laiko sąnaudos, val.
1.	Techninė užduotis	1	27	27
2.	Techninis projektas	4,5	27	121,5
3.	Darbo brėžiniai	3	27	81
4.	Surinkimo brėžiniai	1	1	1
5.	Brėžinių kontrolė	0,8	28	22,4
6.	Specifikacijų ir techninių sąlygų sudarymas	1	1	1
7.	Bandomojo pavyzdžio gamyba	4	27	108
8.	Brėžinių po bandymo taisymas	1	19	19
9.	Darbų apiforminimas	0,5	27	13,5
10.	Kopijavimo darbai	0,2	29	5,8
Iš viso:				400,2

Projektavimo darbų laiko sąnaudos pneumatiniam presui pagaminti yra 400,2 valandos. Priimama, kad darbo dienos trukmė – 8 val., darbo dienų skaičius per mėnesį – 22 d. Taigi darbo dienų skirtų projektavimo darbams – 50 dienų. Laikas skirtas projektavimo darbams - 2 mėnesiai ir 2 savaitės.

Projektuotojų skaičius skaičiuojamas pagal formulę:

$$N = \frac{T_{pr.}}{T_{ef.}} \quad (5.1)$$

čia: T_{pr} – projektavimo darbų sąnaudos, *val.*;
 T_{ef} - efektyvus vieno projektuotojo darbo laiko fondas, *val.*

Efektyvus vieno projektuotojo darbo laiko fondas skaičiuojamas pagal formulę:

$$T_{ef.} = D * \alpha \quad (5.2)$$

čia: D – darbo valandų skaičius, skirtas projektavimo darbams;
 α - koeficientas, įvertinantis planinius laiko nuostolius. $\alpha = 0,92$.

$$T_{ef.} = 2,5 \cdot 8 \cdot 22 \cdot 0,95 = 418 \text{ val.}$$

$$N = \frac{400,2}{418} = 0,95$$

Priimama, kad projektavimo darbus atliks 1 projektuotojas. Apskaičiavus projektavimo laiko sąnaudas, galima skaičiuoti projektuotojo darbo apmokėjimo sąnaudas. Projektuotojo darbas apmokamas taikant laikinę darbo apmokėjimo formą. Ši forma priklauso nuo išdirbto laiko ir valandinio tarifo įkainio. Projektuotojo darbo apmokėjimo sąnaudos pateiktos 5.1.2 lentelėje.

Projektuotojo darbo apmokėjimo sąnaudos

Eilės Nr.	Projektavimo darbai	Visų detalių laiko sąnaudos, val.	Visų detalių laiko sąnaudos, dienomis	Vidutinis dienos darbo užmokestis, Lt	Apmokėjimo suma, Lt
1.	Techninė užduotis	27	3,375	80	270,00
2.	Techninis projektas	121,5	15,1875	80	1215,00
3.	Darbo brėžiniai	81	10,125	72,7	736,09
4.	Surinkimo brėžiniai	1	0,125	72,7	9,09
5.	Brėžinių kontrolė	22,4	2,8	72,7	203,56
6.	Specifikacijų ir techninių sąlygų sudarymas	1	0,125	72,7	9,09
7.	Bandomojo pavyzdžio gamyba	108	13,5	63,6	858,60
8.	Brėžinių po bandymo taisymas	19	2,375	36,35	86,33
9.	Darbų apiforminimas	13,5	1,6875	30,42	51,33
10.	Kopijavimo darbai	5,8	0,725	30,42	22,05
Iš viso:					3461,14

Gaminio projektavimo sąnaudos pateiktos 5.1.3 lentelėje.

Gaminio projektavimo sąnaudos

Eilės Nr.	Kalkuliaciniai straipsniai	Suma, Lt
1.	Medžiagų sąnaudos	50,00
2.	darbo užmokesčio sąnaudos	3461,14
3.	Socialinio draudimo sąnaudos	1038,35
4.	Veiklos sąnaudos	110,00
Iš viso:		4659,49

Gaminio projektavimo darbai užtruks apie du mėnesius ir dvi savaites. Darbų sąnaudos – 4653,49 Lt.

5.2 Technologinis gamybos paruošimas

Ruošinių gamybos technologijos darbo užmokesčio sąnaudos pateiktos 5.2.1 lentelėje.

5.2.1 lentelė

Ruošinių gamybos technologijos darbo užmokesčio sąnaudos

Eilės Nr.	Darbų rūšis	Ruošinių skaičius, vnt.	Darbų imlumas, val.	Valandinis tarifas, Lt	Ruošinio gamybos technologijos darbo užmokesčio sąnaudos, Lt
1.	Detalių technologiškumo analizė	27	2	12,00	648,00
2.	Technologijos ruošiniams pagaminti parengimas	27	2	13,00	702,00
Iš viso:					1350,00

Prenkant ruošinį svarbu atlikti išsamią gaminamos detalės ar detalių technologiškumo analizę. Prieš pradėdant gamybinį procesą taip pat reikia numatyti gaminio ruošinių pagaminimo būdus ir jų išsamią technologiją. Šiuos darbus atlieka technologai, valandiniai įkainiai nustatomi remiantis vidutinių tarifinių atlygių bei konsultuojantis su realiai egzistuojančių firmų vadovais. Mechaninio apdirbimo technologijos darbo užmokesčio sąnaudos pateiktos 5.2.2 lentelėje.

5.2.2 lentelė

Mechaninio apdirbimo technologijos darbo užmokesčio sąnaudos

Darbų rūšis	Detalių skaičius, vnt.	Darbų imlumas, val.	Valandinis tarifas, Lt	Detalių apdirbimo technologijos darbo užmokesčio sąnaudos, Lt
Mechaninio apdirbimo technologijos parengimas	27	5	13,00	1755,00
Iš viso:				1755,00

Kitų technologinių procesų darbo užmokesčio sąnaudos pateiktos 5.2.3 lentelėje.

Kitų technologinių procesų darbo užmokesčio sąnaudos

Eilės Nr.	Darbų rūšis	Detalių (surinkimo vienetų) skaičius, vnt.	Darbų imlumas, val.	Valandinis tarifas, Lt	Kitų technologijų procesų darbo užmokesčio sąnaudos, Lt
1.	Terminio ir suvirinimo darbų technologijos parengimas	13	2,5	12,00	390,00
2.	Surinkimo ir šaltkalviškų darbų technologijos parengimas	2	1,5	12,00	36,00
Iš viso:					426,00

Gaminio technologinio parengimo sąnaudos pateiktos 5.2.4 lentelėje.

Gaminio technologinio parengimo sąnaudos

Eilės Nr.	Kalkuliaciniai straipsniai	Suma, Lt
1.	Medžiagų sąnaudos	45,00
2.	Darbo užmokesčio sąnaudos	3531,00
3.	Socialinio draudimo sąnaudos	1059,30
4.	Veiklos sąnaudos	340,00
Iš viso:		4975,30

Gaminio gamybos technologijos paruošimo darbai truks apie mėnesį. Darbų sąnaudos siekia 4975,3 Lt.

5.3 Tiesioginės medžiagų sąnaudos

Atsižvelgiant į planuojamos gamybos programos apimtį, apskaičiuojamas medžiagų ir žaliavų poreikis, parenkama konkreti medžiaga. Taip pat atliekama medžiagų kainų analizė ir tik tada skaičiuojamos išlaidos medžiagoms ir žaliavoms įsigyti. Perkamos medžiagos pateiktos 5.3.1 lentelėje.

Medžiagų sąnaudos skaičiuojamos pagal formulę:

$$M = m \cdot k_t \cdot k \quad (5.3)$$

čia: m - bendra detalės masė;

k_t - koeficientas įvertinantis neišvengiamus technologinius nuostolius, $k_t = 1,2$.

k - įsigyjamų medžiagų vieno kilogramo kaina.

5.3.1 lentelė

Pagrindinių medžiagų vertė

Eil. Nr.	Medžiagos pavadinimas	Matavimo vienetai	Kaina, Lt/vnt.	Sunaudota medžiagų (15 vnt. pagaminti)	Medžiagų vertė, Lt
1.	Lakštas s=2 pl. S235JR	t	1800,00	0,01564	28,15
2.	Lakštas s=5 pl. S235JR	t	1700,00	0,12512	212,70
3.	Lakštas s=8 pl. S235JR	t	1800,00	0,018768	33,78
4.	Lakštas s=10 pl. S235JR	t	1800,00	0,18768	337,82
5.	Lakštas s=12 pl. S235JR	t	1800,00	0,60214	1083,85
6.	Lakštas s=14 pl. S235JR	t	1800,00	0,09384	168,91
7.	Lakštas s=16 pl. S235JR	t	1800,00	0,07038	126,68
8.	Lakštas s=20 pl. C45	t	1900,00	1,6813	3194,47
9.	Lakštas s=25 pl. S235JR	t	1900,00	0,0782	148,58
10.	Lakštas s=30 pl. S235JR	t	2000,00	1,26684	2533,68
11.	Lakštas s=35 Polietilenas (PE)	kg	27,00	9,4	253,80
12.	Lakštas s=50 pl. S235JR	t	2200,00	0,56304	1238,69
13.	Lakštas s=72 pl. S235JR	t	2300,00	0,45356	1043,19

5.3.1 lentelės tęsinys

Eil. Nr.	Medžiagos pavadinimas	Matavimo vienetai	Kaina, Lt/vnt.	Sunaudota medžiagų (15 vnt. pagaminti)	Medžiagų vertė, Lt
14.	Strypas Ø14 pl. C45	t	3100,00	0,032844	101,82
15.	Strypas kalibruotas Ø35 pl. C45	t	3200,00	0,01564	50,05
16.	Strypas Ø40 Bronza AZH9-4	t	3900,00	0,028124	109,68
17.	Strypas Ø50 Bronza AZH9-4	t	3900,00	0,21093	822,63
18.	Strypas šešiakampis 10 pl. C45	t	3400,00	0,000339	1,15
19.	Strypas šešiakampis 24 pl. C45	t	3400,00	0,007038	23,93
20.	Vamzdis Ø42x20 Bronza AZH9-4	t	3900,00	0,185574	723,78
21.	Vamzdis Ø127x16 pl. S235JR	m	132,00	14,5	1914,00
22.	Vamzdis Ø140x62 pl. S235JR	m	164,00	2,8	459,20
23.	Ruošiny pl. C45	t	3600,00	0,023811	85,72
24.	Sija HEB100 Pl. S235JR	t	3000,00	1,3294	3988,20
Iš viso:					18684,46

Atliekų kiekis produkcijos vienetui skaičiuojamas pagal formulę:

$$A = Q - q \quad (5.4)$$

čia: Q – ruošinio masė, [kg] (12700 kg);

q – detalės masė, [kg] (2000vnt · 4,231kg = 8462 kg).

$$A = 12700 - 8462 = 4238 \text{ kg}$$

Grįžtamųjų atliekų vertė pateikta 5.3.2 lentelėje.

Grižtamųjų atliekų vertė

Eil. Nr.	Atliekų pavadinimas	Atliekų kiekis, kg	Atliekų kaina, Lt/kg	Suma, Lt
1.	Plienas C45	88,0486	1,20	105,65
2.	Plienas S235JR	1105,23	0,90	994,70
3.	Polietilenas (PE)	0,47	0,20	0,09
4.	Bronza OCS5-5-5	21,23	15,00	318,45
Iš viso:				1418,89

Pagalbinių medžiagų vertės pateiktos 5.3.3 lentelėje.

Pagalbinių medžiagų vertė

Eil. Nr.	Medžiagos pavadinimas	Matavimo vienetai	Kaina, Lt/vnt.	Sunaudota medžiagų (15 vnt. pagaminti)	Medžiagų vertė, Lt
1.	Dažai	1	120,00	7,5	900,00
2.	Dujos suvirinimo darbams	1	1,30	40	54,00
3.	Kitos medžiagos	1	50,00	1,2	60,00
Iš viso:					1014,00

Išigyjamų pusgaminių ir komplektuojamų gaminių verčių skaičiavimo rezultatai pateikti 4.3.4 lentelėje.

Išigyjamų pusgaminų, komplektuojamų gaminių vertės skaičiavimas

Eil. Nr.	Pusgaminų komplektuojamų gaminių pavadinimas	Matavimo vienetai	Pusgaminų komplektuojamų gaminių kiekis, vnt.	Pusgaminio, komplektuojamojo gaminio kaina, Lt	Suma, Lt
1.	Tepimo taškas M10x1 DIN 71412 A	vnt.	30	0,50	15,00
2.	Veržlė M36x1 DIN439 B	vnt.	30	1,60	48,00
3.	Sraigtas M12x150 DIN 931	kg	24	5,80	139,20
4.	Veržlė M12 DIN 985	vnt.	210	0,30	63,00
5.	Poveržlė M12 DIN 125 A	kg	330	8,40	2772,00
6.	Fiksavimo veržlė M48x1,5 DIN 981	vnt.	30	5,20	156,00
7.	Sraigtas M10x60 DIN 931	kg	30	4,80	144,00
8.	Veržlė M10 DIN 934	vnt.	30	0,20	6,00
9.	Poveržlė M10 DIN 125 A	kg	90	5,00	450,00
10.	T formos sraigtas M16 DIN 787	vnt.	30	5,50	165,00
11.	Veržlė M16 DIN 6330	vnt.	30	0,80	24,00
12.	Poveržlė M16 DIN 125 A	kg	90	4,00	360,00
13.	Sraigtas M10x50 DIN 931	kg	30	4,80	144,00
14.	Sraigtas M14x50 DIN 931	kg	180	5,10	918,00
15.	Poveržlė M14 DIN 125 A	kg	180	6,00	1080,00
16.	Dygliuota jungtis N-3/4-P-13	vnt.	30	4,50	135,00
17.	Žarnų apkaba 16-27 DIN 3017	vnt.	60	1,20	72,00
18.	Pneumatinis cilindras DNG-200-250-PPV-A	vnt.	15	2700,00	40500,00
19.	Oro paruošimo modulis FRC-3/8-D-MIDI	vnt.	15	260,00	3900,00
20.	Greitoji jungtis KD4-3/8-A	vnt.	15	11,20	168,00
21.	Vamzdelis PQ-PA-10-1	m	31	5,20	161,20
22.	Greitoji jungtis vamzdeliams QS-1/8-10	vnt.	30	4,20	126,00

Eil. Nr.	Pusgaminių komplektuojamų gaminių pavadinimas	Matavimo vienetai	Pusgaminių komplektuojamų gaminių kiekis, vnt.	Pusgaminių komplektuojamųjų gaminių kaina, o gaminių kaina,	Suma, Lt
23.	Greitoji jungtis vamzdeliams QS-3/8-12	vnt.	15	4,80	72,00
24.	Slopintuvas U-3/8	vnt.	30	35,00	1050,00
25.	Greitoji jungtis vamzdeliams QSL-3/8-12	vnt.	15	5,20	78,00
26.	Žarna PU-13-SW	m	41	8,60	352,60
27.	Dygliuota jungtis N-3/8-P-13	vnt.	30	6,30	189,00
28.	Valdymo vožtuvų blokas J-5-3/8-B	vnt.	15	130,00	1950,00
29.	Vamzdelis PQ-PA-12-1,5	m	12,5	6,20	77,50
30.	Greitoji jungtis vamzdeliams CQT-12	vnt.	15	5,20	78,00
31.	Greitoji jungtis vamzdeliams QS-1/4-10	vnt.	30	5,10	153,00
32.	Greitoji jungtis vamzdeliams QS-1/4-12	vnt.	30	5,00	150,00
33.	Skirstytuvas FPB-5-1/4	vnt.	15	280,00	4200,00
34.	Sraigas M12x50 DIN 603	kg	90	5,10	459,00
35.	Sraigas M6x25 DIN 931	kg	60	4,80	288,00
36.	Poveržlė M6 DIN 125 A	kg	300	5,00	1500,00
37.	Sraigas M6x50 DIN 931	kg	60	4,80	288,00
38.	Veržlė M6 DIN 985	vnt.	120	0,05	6,00
39.	Sraigas M6x100 DIN931	kg	60	4,90	294,00
40.	Fiksavimo žiedas Ø30 DIN 471	vnt.	30	0,80	24,00
41.	Veržlė M16 DIN 985	vnt.	60	1,90	114,00
42.	Fiksavimo žiedas Ø40 DIN 471	vnt.	30	1,00	30,00
Iš viso:					62899,50

Tiesioginės gamybos medžiagų sąnaudos siekia 82034,93 Lt 15 vnt. pneumatinių presų pagaminti. Grįžtamųjų atliekų vertė – 1238,85 Lt.

5.4 Ilgalaikio turto vertė ir nusidėvėjimas

Įrengimų poreikio ir jų galingumo skaičiavimo rezultatai pateikti 5.4.1 lentelėje.

5.4.1 lentelė

Įrengimų poreikio ir jų galingumo skaičiavimas

Eilės Nr.	Įrengimų pavadinimas	Kiekis vnt.	Įrengimų vertė, Lt	Galingumas, kW
Staklės				
1.	CNC frezavimo centras YCM MV – 106A	1	243000,00	25
2.	CNC Tekinimo staklės Proton530/1500	1	220500,00	
3.	Plazminio pjovimo CNC staklės Harkov-PA su Hypertherm HyPerformance HPR260XD plazmos generatoriumi [26] 9priedai 4.3 pav.)	1	180000,00	45,5
4.	Suvirinimo pusautomatis Origo Mig C170	1	3500,00	4
5.	Juostinės pjovimo staklės MBS 280 DG	1	11100,00	1,1
6.	Gręžimo staklės RD 820	1	21000,00	2,25
7.	Lakštų lankstymo staklės ERMAK HAP 2600x80 [23]	1	43200,00	7,5
I.	Iš viso:	1	722300,00	85,35
Kiti įrenginiai				
1.	Vibracinis puodas VIKING VB15 [22]	1	6700,00	3,7
II.	Iš viso:	1	6700,00	3,7
Transporto priemonės				
1.	Autokrautuvai Hyundai HBF 25-7	1	55000,00	15
2.	ECO-Lift CBG 25	1	1000,00	-
III.	Iš viso:	1	56000,00	-
	Iš viso: (I+II+III)	2	785000,00	100,37
IV.	Pristatymo, montavimo, komplektavimo, derinimo išlaidos	-	78500,00	-
	Įsigijimo savikaina	-	863500,00	-
	Išlaidos elektros energijai, technologiniams tikslams, Lt	-	2037,91	-

Ilgalaikio turto nusidėvėjimo skaičiavimo rezultatai pateikti 5.4.2 lentelėje.

5.4.2 lentelė

Ilgalaikio turto nusidėvėjimo skaičiavimas

Materialus ilgalaikis turtas	Įsigijimo vertė, Lt	Likvidacinė vertė, Lt	Normatyvas, metais	Nusidėvėjimo suma metams, Lt	Nusidėvėjimo suma per 1 mėn., Lt	Nusidėvėjimo metodas
1. Staklės	722300,00	72230,00	5	43200,00	3600,00	Tiesinis
2. Kiti įrengimai	6700,00	670,00	4	1507,50	125,63	Tiesinis
3. Transporto priemonės	56000,00	5600,00	4	225,00	18,75	Tiesinis
Iš viso:					3744,38	

Ilgalaikio turto įsigijimo vertė – 863500,00 Lt. Ilgalaikio turto nusidėvėjimo vertė skaičiuojama vieno mėnesio laikotarpiui, kuris siekia – 3744,38 Lt.

5.5 Darbo užmokesčio išlaidų planavimas

Darbininkų skaičius nustatomas pagal planuojamą darbo imlumą:

$$D = \frac{T}{T_{ef} \cdot k_n}, \quad (5.5)$$

čia: D – darbininkų skaičius;

T – laikas, reikalingas gamybos programai įvykdyti, val. (6,3);

T_{ef} – efektyvus vieno darbininko darbo laiko fondas (5.5.1 lent. mėnesiui – $1702/12=141,8$ val.);

K_n – normų įvykdymo koeficientas (0,8).

$$D = \frac{6,3}{\frac{1702}{12} \cdot 0,8} = 0,06 \text{ darbininkų.}$$

Priimu, kad reikalingas vienas pagrindinis darbininkas.

5.5.1 lentelė

Vieno darbininko efektyvus metinis darbo laiko fondas

Laiko struktūra	Planas
1. Kalendorinis darbo laiko fondas, dienomis	365
2. Poilsio ir švenčių dienos	106
2.1. Šventės	8
2.2. Poilsio dienos	98
3. Nominalus darbo liko fondas, dienomis	259
4. Neatvykimai į darbą (vidutiniškai žmogui), dienomis	39
4.1. Kasmetinės atostogos	30
4.2. Tikslinės atostogos:	21
4.2.1. Nėštumo ir gimdymo	2,5
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. Valstybinės ar visuomeninėms pareigoms atlikti	0,5
4.2.6. Nemokamos	2
5. Efektyvus darbo laikas, dienomis	220
6. Darbo dienos trukmė valandomis	8
7. Darbo dienos sutrumpinimas (vidutiniškai žmogui), val.	0,26
7.1. Už darbą kenksmingomis sąlygomis	0,14
7.2. Paaugliams	0,09
7.3. Maitinančioms motinoms	0,02
7.4. Prieššventinėms dienoms	0,01
8. Vidutinės darbo dienos trukmė, val.	7,74
9. Efektyvus darbo laiko fondas, val.	1702

Pagrindinių darbininkų darbo užmokesčio apskaičiavimo rezultatai pateikti 5.5.2 lentelėje.

5.5.2 lentelė

Pagrindinių darbininkų darbo užmokesčio apskaičiavimas

Profesijos pavadinimas	Skačius	Kvalifikacinė kategorija	Valandinis įkainis, Lt	Laikas vienai detalei apdirbti, val.	Gamybos programa	Dirbta valandų	Darbo užmokestis, Lt
Frezuotojas	1	VI	12,00	0,21	30	6,3	75,60
Iš viso:							75,60

Tiesioginių darbo užmokesčio išlaidų skaičiavimo rezultatai pateikti 5.5.3 lentelėje.

5.5.3 lentelė

Tiesioginių darbo užmokesčio išlaidų skaičiavimas

Profesijos pavadinimas		Pagrindinis DU*, Lt	Papildomas DU*, Lt	Bendras DU*, Lt	Atskaitymai socialiniam draudimui, Lt	Iš viso DU* išlaidų, Lt
Projektuojamai detalei pagaminti	Frezuotojas	75,60	7,50	83,1	24,93	108,03
Kitoms detalėms pagaminti	Frezuotojas	732,00	75,00	807,00	242,10	1049,10
	Tekintojas	360,00	40,00	400,00	120,00	520,00
	Suvirintojas	650,00	70,00	720,00	216,00	936,00
Terminiai darbai		410,00	40,00	450,00	135,00	585,00
Dažymo darbai		860,00	85,00	945,00	283,50	1228,50
Surinkimo darbai		1300,00	130,00	1430,00	429,00	1859,00
Iš viso:		4371,62	445,00	4816,62	1444,99	6285,63

*DU – darbo užmokestis.

Tiesioginės darbo užmokesčio išlaidos skirtos pagaminti projektuojamos detalės 15 vnt. – 108,3 Lt, o pagaminti 15 vnt. pneumatinių presų – 6285,63 Lt.

5.6 Netiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas

Netiesioginės darbo išlaidos – tai visos gamybos išlaidos, išskyrus tiesiogines darbo ir pagrindinių medžiagų išlaidas. Tai pagalbinių žaliavų, netiesioginio darbo užmokesčio, nusidėvėjimo bei kitos gamybos išlaidos, kurių neįmanoma be žymių sąnaudų priskirti konkrečioms gaminiams ar jų grupėms. Vandens, kuris buvo sunaudotas gamybos tikslams išlaidų suvestinė pateikta 5.6.1 lentelėje.

5.6.1 lentelė

Vandens, kuris buvo sunaudotas gamybos tikslams išlaidų suvestinė

Rodiklis	Vandens kiekis įrenginiui, l/val.	Kubinio metro kaina, Lt	Staklių darbo laikas, val.	Išlaidos šaltam vandeniui, Lt
Aušinimo skysčiui	0,6	8,11	91	442,8
Terminiam apdirbimui	3	8,11	41	997,53
Iš viso:				1440,00

Netiesioginės darbo išlaidos yra susijusios su pagalbinių darbininkų, t.y. sandėlininko vairuotojo, valytojo, elektriško, įrengimų prižiūrėtojo, kontrolieriaus ir kt., darbo užmokesčio išlaidomis. Netiesioginės darbo užmokesčio išlaidos pateiktos 5.6.2 lentelėje.

Netiesioginės darbo užmokesčio išlaidos

Eilės Nr.	Profesijos pavadinimas	Darbuotojų skaičius	Mėnesinis atlyginimas, Lt	Papildomas DU*, Lt	Atskaitymai soc. draudimui, Lt	Mėnesio DU* išlaidos, Lt
1	Elektrikas	1	1800,00	180,00	594,00	2574,00
2	Sandėlininkas	1	1200,00	120,00	396,00	1716,00
3	Įrenginių prižiūrėtojas	1	1300,00	130,00	429,00	1859,00
4	Valytojas	1	1200,00	120,00	396,00	1716,00
Iš viso:						7865,00

*DU – darbo užmokestis.

Išlaidos skirtos patalpų šildymui apmokėti pateiktos 5.6.3 lentelėje.

Išlaidos patalpų šildymui

Eilės Nr.	Patalpų pavadinimas	Šildomas plotas, m ²	1 m ² šildymo kaina, Lt	Šildymo sezonas, mėn.	Išlaidos šildymui, Lt
1	Administracinės patalpos	55	6,85	1	376,75
2	Gamybinės patalpos	350	4,58	1	1603,00
3	Sandėlių patalpos	150	4,58	1	687,00
Iš viso:					2666,75

Išlaidos skirtos patalpų apšvietimui apmokėti pateiktos 5.6.4 lentelėje.

Išlaidos patalpų apšvietimui

Eilės 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	55	60	198	653,4	0,423	276,39
2	Gamybinės patalpos	350	40	198	2772		1172,56
3	Sandėlių patalpos	150	40	198	1188		502,53
Iš viso:							1951,48

Netiesioginės gamybos proceso išlaidos siekia 15961,14 Lt. Didžiąją dalį sudaro darbo užmokestis pagalbiniam darbininkams.

5.7 Veiklos sąnaudos

Veiklos sąnaudos – tai savikainai nepriskirtos sąnaudos susijusios su visa įmonės ūkine veikla, vykdoma per ataskaitinį laikotarpį nepriklausomai nuo gamybos ir pardavimų apimtys. Bendrųjų, administracinių ir veiklos mokesčių sąnaudos pateiktos 5.7.1 lentelėje.

5.7.1 lentelė

Bendros ir administracinės sąnaudos

Eil. Nr.	Sąnaudų pavadinimas	Sąnaudos, Lt
1.	Atlyginimų sąnaudos	16640,00
2.	Socialinio draudimo sąnaudos	6600,00
3.	Komandiruočių sąnaudos	832,00
4.	Nuomos sąnaudos	9475,00
5.	Ilgalaikio turto nusidėvėjimo sąnaudos	806,25
6.	Remonto ir eksploatacijos sąnaudos	2882,43
7.	Kanceliarinių prekių ir prenumeratos sąnaudos	292,00
8.	Telefoninių pokalbių sąnaudos	224,00
9.	Elektros energijos ir šildymo sąnaudos	22181,43
10.	Veiklos mokesčių sąnaudos	
10.1	Garantinio fondo sąnaudos	33,28
	Iš viso	59966,39

Atlyginimų ir socialinio draudimo sąnaudos pateiktos 5.7.2 lentelėje.

5.7.2 lentelė

Atlyginimų ir socialinio draudimo sąnaudos

Eil. Nr.	Pareigos	Darbuotojų skaičius	Mėnesinė alga, Lt	Atskaitymai soc. draudimui, Lt	Mėnesio DU* išlaidos, Lt
1.	Generalinis direktorius	1	5500,00	1650,00	7150,00
2.	Cecho viršininkas	1	3000,00	900,00	3900,00
3.	Buhalteris	1	2200,00	660,00	2860,00
4.	Sekretorius	1	2100,00	630,00	2730,00
	Iš viso	4		6600,00	16640,00

*DU – darbo užmokestis.

Patalpų nuomos sąnaudos pateiktos 4.7.3 lentelėje.

Patalpų nuomos sąnaudos

Nuomojamos patalpos		Kvadratinio metro nuomos kaina, Lt	Nuomos kaina per 1 mėn, Lt
Patalpų rūšis	Plotas, m².		
Administracinės patalpos	55	35,00	1925,00
Gamybinės patalpos	350	10,00	3500,00
Sandėlių patalpos	150	10,00	1500,00
Iš viso	555		6925,00
Nuomojamos žemės sklypo plotas	850	3	2550,00
Iš viso:			9475,00

Bendros veiklos sąnaudos siekia 62904,52 Lt.

IŠVADOS

Suprojektavus pneumatinį presą dviračių vairo kolonėlių presavimui galima daryti išvadas.

1. Suprojektuotas pneumatinis presas įvairių dviračių vairo kolonėlių presavimui, surinkimo operacijų metu. Presas skirtas tenkinti padidėjusius įmonių gamybinius reikalavimus: darbo našumą, gaminių kokybę, žmogaus darbo aplinkos gerinimą.

2. Parengta analogiškų prietaisų variantų analizė – aprašyti dviračių vairo kolonėlių įpresavimo įtaisų konstrukcijų variantai, veikimo principai, privalumai ir trūkumai. Atliekant variantų analizę buvo pasirinktas gaminys turintis daugiausiai privalumų prie analogiškus įtaisus.

3. Suprojektuotas šakutės apdirbimo technologinis procesas, parinkti pjovimo įrankiai ir staklės, pjovimo žėrimai, užtikrinantys greitą bei sklandžią detalės gamybą, minimalią savikainą bei didelį automatizacijos laipsnį. Suprojektuotas mechaninis detalės apdirbimo maršrutas, parinktos užlaidos ir ruošinio gamybos būdai vienetinėje bei serijinėje gamyboje, pritaikytas teorinis pjovimo režimų laiko normavimas.

4. Pateikiami žmonių ir aplinkos saugos reikalavimai eksploatuojant įrenginį.

5. Atlikti ekonominiai skaičiavimai: projektavimo ir gamybos technologijos paruošimo, gamybos darbų apmokėjimas; tiesioginės ir netiesioginės gamybos išlaidos, veiklos sąnaudos. Ekonominių skaičiavimų pagalba nustatyta ir pagrįsta pneumatinio preso savikaina ir pardavimo kaina.

LITERATŪRA

1. Bražiūnas A. J., (2004). Mašinų gamybos technologijos pagrindai. Kaunas: Technologija.
2. Kovierienė A., Žičkienė S. Ramonas Z. (2006). Mašinų gamybos įmonių produkcijos skaičiavimas. Šiauliai.
3. Krančiukas R. (2007). Užlaidų mechaniniam apdirbimui analitinis apskaičiavimas ir parinkimas. Kaunas. Elektroninė versija.
4. Movninas M. S. ir kt. (1977) Techninės mechanikos pagrindai. Vilnius.
5. Ramonas Z., Bražėnas A. (1992). Frezavimas programinėmis staklėmis. Kaunas.
6. Ramonas Z., Petronis V., Čikotienė D. (2004). Technologijos fakulteto studijų darbų parengimo tvarka. Šiauliai.
7. Ramonas, Z., Petronis, V., Ramonienė, A. (2006). Mašinų braižyba studentams ir konstruktoriams. Mokomoji knyga. Šiauliai: Šiaulių universiteto leidykla.
8. Rimkus J. (2003). Mašinų gamybos technologijos kursinis projektavimas. Šiauliai.
9. Skačkovas V., Sabaliauskas A. (2008). Technologinių įrenginių konstrukcijų atlasas. Šiauliai.
10. Šniuolis, R. (2005). Inžinerinės medžiagos. Sandara, savybės, panaudojimas. Šiauliai.
11. Šniuolis, R. (2003). Pjovimo režimų nustatymas. Mokomoji knyga. Šiauliai: Šiaulių universiteto leidykla.
12. Vaičiulis D. (2010). Mašinų elementų kursinis projektavimas. I dalis. Kaunas: Technologija.
13. Dormer įrankių parinkimo katalogas.
14. Анурыев В.И. (2001). Справочник конструктора – машиностроителю. Том 1. Elektroninė versija.
15. FESTO. Mechatroninės judesio sistemos. [žiūrėta 2012-04-28]. Prieiga per internetą: <http://www.festo.lt>.
16. Lietuvos standartizacijos departamentas. [žiūrėta 2012-03-10]. Prieiga per internetą: http://www.lsd.lt/typo_new.
17. UAB „Plastena“. [žiūrėta 2012-04-10]. Prieiga per internetą: <http://www.plastena.lt>.
18. Guhring. The tool company. [žiūrėta 2012-01-28]. Prieiga per internetą: <http://www.guhring.com>.
19. GWG tools. [žiūrėta 2012-01-28]. Prieiga per internetą: <http://www.gwg-gabrovo.com>.
20. Hoffmann group. GARANT tools. [žiūrėta 2012-01-29]. Prieiga per internetą: <http://www.hoffmann-group.com/int/home.html>
21. YCM mills. [žiūrėta 2012-02-05]. Prieiga per internetą: <http://www.dynamicmachinetool.com>.

22. Viking. Blast and wash systems. [žiūrėta 2012-03-14]. Prieiga per internetą: <http://www.vikingcorporation.com>.
23. MAC-TECH. Metal Fabricating Equipment Distributor. [žiūrėta 2012-04-25]. Prieiga per internetą: <http://www.mac-tech.com>.
24. OSG tools. [žiūrėta 2012-01-29]. Prieiga per internetą: <http://www.osgtool.com>.
25. The engineering toolbox. Resources, Tools and Basic Information for Engineering and Design of Technical Applications. [žiūrėta 2012-03-09]. Prieiga per internetą: http://www.engineeringtoolbox.com/pneumatic-cylinder-force-d_1273.html.
26. ЧАО “Станкинпром“. [žiūrėta 2012-04-28]. Prieiga per internetą: <http://www.stankinprom.com.ua>.

PRIEDAI

Produktai

Pneumatinės pavaros

Cilindrai su kotu

Standartiniai cilindrai

Standartiniai cilindrai pagal ISO 15552.

Standartinis cilindras DSBF

Standartiniai cilindrai DNC, metrinėje sistemoje

Standartiniai cilindrai DNCB

Standartiniai cilindrai DNG, metrinėje sistemoje

Standartiniai cilindrai DNGZS, metrinėje sistemoje

→ Mėgstamiausi

Parinkti savybes

Produktų sąrašas

Mano adresynas

✓ **DNG-200-250-PPV-A**

	Produkto numeris	Užsakymo kodas 1	Darbo režimas	Stūmoklio diametras	Teorinė jėga prie 6 bar, išstumiant	Eiga	Dempferiavimas
☐ W	33024	DNG-160-PPV-A	dvipusio veikimo	160 mm	12064 N	1 ... 2000 mm	PPV: reguliuojamas pneumatinis amortizavimas iš abiejų pusių
☐ W	34632	DNG-160-PPV-A-S2	dvipusio veikimo	160 mm	11310 N	1 ... 2000 mm	PPV: reguliuojamas pneumatinis amortizavimas iš abiejų pusių
☐ W	34861	DNG-160-PPV-A-S6	dvipusio veikimo	160 mm	12064 N	1 ... 2000 mm	PPV: reguliuojamas pneumatinis amortizavimas iš abiejų pusių
☒ W	33025	DNG-200-PPV-A	dvipusio veikimo	200 mm	18850 N	1 ... 2000 mm	PPV: reguliuojamas pneumatinis amortizavimas iš abiejų pusių
☐ W	34633	DNG-200-PPV-A-S2	dvipusio veikimo	200 mm	18096 N	1 ... 2000 mm	PPV: reguliuojamas pneumatinis amortizavimas iš abiejų pusių

[rašyti į krepšelį]

2D/2D vaizdas

Priedai

Dokumentacija

Duomenys

Spausdinimo peržiūra

More

[rašyti kaip]

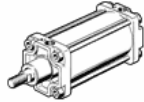
✓ Galiojantis parinkimas

Teirautis kainos

use OrderCode

W - Tiekama per vieną savaitę

Serijinis produktas



4.1 pav. Katalogo fragmentas

SPECIFICATIONS

	MV66A	MV76A	MV86A	MV106A
SPINDLE				
Spindle Speed (opt.)	45~8,000rpm (10,000rpm)			
Spindle Power (opt.)	5.5/7.5/11kW (7.5/11/15kW) 7.5/10/15HP (10/15/20 HP)			
Spindle Taper	BT40			
Front Bearing Diameter	ø70mm ø2.76"			
TRAVEL				
X-axis Travel	660mm 25.98"	762mm 30"	850mm 33.46"	1,020mm 40.16"
Y-axis Travel	510mm 20.08"		600mm 23.62"	
Z-axis Travel	560mm 22.05"		600mm 23.62"	
Distance Between Spindle Nose & Table Top	120~680mm 4.72"~26.77"		80~680mm 3.15"~26.77"	
TABLE				
Table size	840mm × 560mm 33.07" × 22.05"	915mm × 560mm 36.02" × 22.05"	950mm × 600mm 37.4" × 23.62"	1,120mm × 600mm 44.09" × 23.62"
T-Slots × Size × Pitch	5 × 18mm × 100mm 5 × 0.71" × 3.94"			
Max. Load on Table	500kg 1,102 lb		800kg 1,764 lb	
FEEDRATE				
Rapid Feed Rate	30/30/24m/min. 1,181/1,181/945ipm			
Cutting Feed Rate	1~10,000mm/min. 0.04~394ipm			
ATC				
Tool Magazine Capacity	20/24/30T			
Max. Tool Weight (per piece)	6kg/pc 13.23 lb/pc			
Pull Stud	MAS-P40T-1			
Max. Tool Dimensions	20T:ø95mm × 300mm 20T:ø3.74" × 11.81" 24T:ø90mm × 300mm 24T:ø3.54" × 11.81" 30T:ø76mm × 300mm 30T:ø2.99" × 11.81"			
Max. Tool Dimensions (Without adjacent tools)	20T/30T:ø125mm 24T:ø140mm 20T/30T:ø4.92" 24T:ø5.51"			
Tool Changer Method	20T:Armless Type 24/30T:Arm Type			
Tool Selection Method	20T:Sequence 24/30T:Random			
GENERAL				
Pneumatic Supplier	5.5kg/cm ² 78.2psi			
Power Consumption	25kVA (25kVA)			
Machine Weight	5,000kg 11,023 lb	5,100kg 11,243 lb	6,450kg 14,220 lb	6,500kg 14,330 lb

STANDARD ACCESSORIES

- Tool Kit
- Work Lamp
- Pilot Lamp
- Coolant Gun
- Guideway Cover
- Coolant Equipment System
- Spindle Air Blast
- Spindle Air Seal
- Cutting Air Blast
- Chip Enclosure
- Leveling Blocks and Foundation Bolts
- Central Lubrication System
- Rigid Tapping
- Heat Exchanger for
- Mechanical, Electrical & Operation Manuals
- Oil Skimmer
- Air Gun
- Automatic Tool Change
- YCM MXP-200i Control by FANUC

OPTIONAL ACCESSORIES

- Automatic Door
- Safety Door
- Foundation Bolt
- Chip Conveyor
- Chips Flush Coolant Device
- Oil Mist Coolant System
- Oil-Hole Holder Function
- Hi-Low Gear Transmission
- Spindle Cooling System
- Coolant Through Spindle System
- 4th Axis Rotary Table
- Full Chip Enclosure
- A/C Cooler for Electrical Cabinet
- Heavy Duty Coolant Pump
- Workpiece Measurement System
- Auto Tool Length
- Measurement System
- Control : HEIDENHAIN iTNC-530

4.2 pav. YCM MV 106A charakteristikos

Hypertherm®

HyPerformance® Plasma HPR260XD®

The HPR260XD combines fast cutting speeds, rapid process cycling, quick changeovers, and high reliability to maximize productivity

Hypertherm has spent more than four decades developing over 75 patented plasma technologies to provide customers with exceptional performance they can count on. With thousands of HyPerformance Plasma systems sold around the world, the HPR product family has become the plasma system of choice for customers who demand the most consistent cut quality, highest productivity, lowest operating cost and unmatched reliability.

Operating data

Mild steel cut capacity

Dross free	32 mm
Production (pierce)	38 mm
Severance (edge starts)	64 mm

Stainless steel cut capacity

Production (pierce)	32 mm
Severance (edge starts)	50 mm

Aluminum cut capacity

Production (pierce)	25 mm
Severance (edge starts)	50 mm

Key advantages

Superior cut quality and consistency

HyPerformance Plasma cuts fine-feature parts with superior quality and consistency, eliminating the cost of secondary operations.

- Patented HyDefinition® technology aligns and focuses the plasma arc for more powerful precision cutting up to 64 mm.
- Patented system technologies deliver more consistent cut quality over a longer period of time than other systems available on the market.

Maximized productivity

HyPerformance Plasma combines fast cutting speeds, rapid process cycling, quick changeovers and high reliability to maximize productivity.

Minimized operating cost

HyPerformance Plasma lowers operating cost and improves profitability.

- Patented LongLife® technology significantly increases consumable life and enables consistent HyDefinition cut quality over the longest period of time.

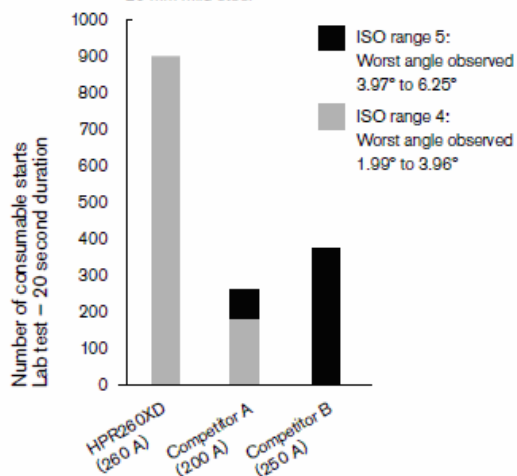
Unmatched reliability

Extensive testing, backed by more than four decades of experience, guarantees the Hypertherm quality you can count on.



Cut quality over life (260 A)

20 mm mild steel



4.3 pav. Hypertherm Hyperformance HPR206XD plazmos generatorius