



TECHNOLOGIJOS MOKSLAI ŠIANDIEN IR RYTOJ - 2009

Jaunųjų mokslininkų ir studentų konferencijos

PRANEŠIMŲ MEDŽIAGA

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Panevėžio institutas

TECHNOLOGIJOS MOKSLAI ŠIANDIEN IR RYTOJ - 2009

Jaunųjų mokslininkų ir studentų konferencijos

PRANEŠIMŲ MEDŽIAGA

Kauno technologijos universitetas, Lietuva
2009 gruodžio 04 d.



UDK 62(474.5)(06)
Te-13

Konferenciją organizuoja Kauno technologijos universiteto
Panevėžio instituto technologijų fakultetas.

Konferenciją remia Lietuvos Valstybinis mokslo ir studijų fondas.

ORGANIZACINIS KOMITETAS

Pirmininkas: prof. habil. dr. Algis Bražėnas

Mokslinis sekretorius: doc. dr. Dainius Vaičiulis

Nariai: prof. habil. dr. Jonas Bareišis
doc. dr. Aurimas Česnulevičius
doc. dr. Jonas Valickas
dr. Saulius Sušinskas
stud. Justinas Tilindis

© Kauno technologijos universitetas, 2009

ISBN 978-9955-25-749-3

TURINYS

Ižanga.....	7
V. Akelaitienė, D. Vaičiulis Vieno laipsnio sliekinio reduktoriaus techninio lygio priklausomybė nuo perdavimo skaičiaus	8
K. Musteikis, Ž. Bazaras Dujinis ir alternatyvusis automobilių kuras.....	13
V. Kiela, A. Česnulevičius Plazminio pjovimo proceso technologinių parametrų tyrimas	18
S. Vareikaitė, D. Garuckas Gniuždomų apvalaus skerspjūvio sluoksniuotų konstrukcinių elementų stiprumo ir ekvivalentinio tamprumo modulio tyrimas	25
J. Čekavičius, D. Garuckas Gniuždomų kvadratinio skerspjūvio sluoksniuotų konstrukcinių elementų stiprumo ir standumo tyrimas	31
J. Čiūraitė Automobilių ir transporto priemonių eksploatacinių medžiagų utilizavimo technologijų ir perspektyvų tyrimas.....	35
E. Bugaj, A. Bražėnas Diskinių fasoninių aptekimo peilių automatizuotas projektavimas ir jų parametrų tyrimas	40
M. Piskarskas, L. Pelenytė-Vyšniauskienė Pavojingo krovinio optimalaus transportavimo nustatymas.....	45
M. Zaborskis, Ž. Bazaras Geležinkelio vagonų stabdymo tyrimas rato ir bėgio kontakto zonoje.....	50
V. Ramaškaitė, A. Česnulevičius Roboto variklio laikiklio 95744 ruošinio analizė	54

R. Mandryka, A. Česnulevičius Mechaninių komponentų gamybos kaštų prognozavimo metodai	61
A. Adomavičius, D. Garuckas Tekinamų detalių apdirbimo savikainos prognozavimas	67
D. Zakarauskas, A. Bražėnas Tekinimo režimų nustatymas užsienio firmų peiliams.....	72
A. Adomavičius, M. Zaborskis, J. Bareišis Medinės sijos standumo didinimo tyrimas	78
G. Suslovičius, L. Pelenytė-Vyšniauskienė „RJ BALTIC“ autoserviso veiklos tyrimas	82
M. Daščioras, A. Kubilius Tiesioginio benzino įpurškimo sistemos med-motronic konstrukcijos analizė ir eksploatacija.....	90
V. Kleiza, J. Tilindis Surinkimo proceso skaidymo įtaka galutiniam surinkimo laikui ir kainai.....	96
Ž. Jakštas, A. Tautkus Automobilio vidaus degimo variklio pjūvio stendo mazgų analizė ir laikančiojo rėmo projektavimas	103
G. Šimaitė, L. Šimaitė, J. Bareišis Daugiasluoksnių vamzdžių konstrukcijos ir taikymas	109
A. Pakarklis, L. Urbanavičiūtė Elektros krūvių srautų valdymas termijoniniuose keitikliuose.....	115
A. Gaurilka, V. Sinkevičius Mobilaus roboto mems tipo kompasų parametrų tyrimas	119
J. Kriaučionienė, Ž. Bazaras Neįgaliųjų transportavimo įrenginių taikymo tyrimas	125
J. Selelionienė, A. Tautkus Transporto infrastruktūros pritaikymo neįgaliesiems tyrimas.....	131

S. Klimanskis, T. Kličius, S. Sušinskas Burbuliniai perdangos klojiniai. jų naudojimo galimybės lietuvos statybos objektuose	137
A. Užkuraitis, A. Tautkus Avarijose dalyvavusių automobilių defektų tyrimas	143
P. Petkevičius Nemuno vandens kelio (202 – 210 km nuo Atmatos žiočių) projektavimas	149
S. Činikas, A. Bražėnas Asfalto briaunos formavimo įtaiso konstrukcijos tyrimas.....	155
D. Vala, Ž. Bazaras Transporto priemonių keliamo triukšmo slopinimo tyrimas	160
R. Dėmenis, E. Zacharovienė KTU Panevėžio instituto technologijų fakulteto pirmakursių gebėjimai informacinių technologijų srityje.....	166
A. Bakanas, A. Tautkus Ekologiško – ekonomiško važiavimo tyrimas lietuvis eismo sąlygomis	174
D. Lapinskas, J. Valickas Impulsinio elektronų greitintuvo valdymas.....	180
N. Polovinkina, A. Tautkus Automobilio vibracijų tyrimas	187
J. Rajunčiūtė Pasyvus namas šiandien	191
A. Jankauskas, R. Sereika, J. Valickas Mažosios vėjo elektrinės	195
A. Tučkus, L. Pelenytė - Vyšniauskienė Automobilio „TOYOTA SUPRA“ eksploatacinių jėgų skaičiavimas	202
J. Vinauskas, A. Tautkus Panevėžio miesto transporto keliamo triukšmo tyrimas.....	206

V. Ribokas, V. Sinkevičius	
Mobilaus roboto kreivalinijinio judesio tyrimas	211
L. Maikštėnienė, D. Vaičiulis	
Diržinės pavaros tarpašinio atstumo optimizavimas	217
A. Jasinskas, R. Klemka, V. Sinkevičius	
FANUC S6 roboto tyrimo stendas	221
D. Zakarauskas, R. Mandryka, J. Bareišis	
Dvikomponentės sijos standumo didinimo tyrimas	225

IŽANGA

2009 m. gruodžio 04 d. KTU Panevėžio instituto Technologijų fakultete vyko SMD konferencija „Technologijos mokslai šiandien ir rytoj – 2009“.

Konferencijos tikslai:

- propaguoti ir skatinti studentų mokslinę veiklą;
- išmokyti studentus ruošti mokslinius straipsnius bei formuluoti išvadas;
- supažindinti studentus su atliekamų mokslinių tyrimų rezultatais;
- skelbti studentų tiriamųjų darbų rezultatus specialiame konferencijos leidinyje.

Konferencijoje pranešimus skaitė PMM-8, PMT-8, PME-8, PMM-9, PMT-9, PME-9, PS-6, PS-7, PT-8 ir PT-9 grupių magistrantai. Pranešimuose buvo pristatyti mokslinių tiriamųjų darbų rezultatai šiomis tematikomis: kompozicinių konstrukcijų stiprumas ir optimizavimas, automatizuotas projektavimas, transporto priemonių tyrimas ir logistika, robotikos elementų ir elektrinių įrenginių tyrimas ir valdymas, naujos statybinės konstrukcijos ir jų analizė.

Tikimės, kad jaunųjų mokslininkų ir studentų konferencijos „Technologijos mokslai šiandien ir rytoj - 2009“ pranešimų medžiaga Jums bus įdomi ir naudinga.

Publikuojami darbai nebuvo recenzuoti.

prof. habil. dr. Algis Bražėnas
doc. dr. Dainius Vaičiulis
stud. Justinas Tilindis

VIENO LAIPSNIO SLIEKINIO REDUKTORIAUS TECHNINIO LYGIO PRIKLAUSOMYBĖ NUO PERDAVIMO SKAIČIAUS

V. Akelaitienė, D. Vaičiulis

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: sliekinis reduktorius, automatizuotas projektavimas, reduktoriaus techninis lygis, perdavimo skaičius.

1. Įvadas

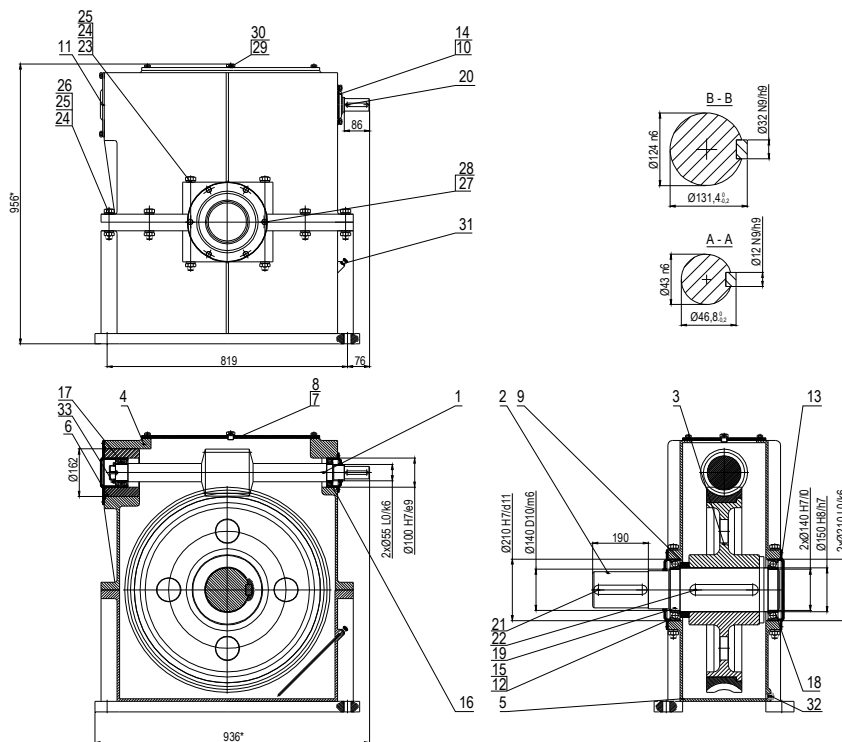
Reduktorius yra uždaroji krumplinė pavara. Perduodant sukamąjį judesį reduktoriai mažina varomojo veleno kampinį greitį ir didina sukimo momentą. Reduktoriai projektuojami kaip tarpiniai mechanizmai konkrečiai mašinai arba pagal varomojo veleno sukimo momentą ir kampinį greitį nenurodant konkrečios jo paskirties. Reduktoriai montuojami transporto ir kėlimo mašinose, staklėse ir kituose įrenginiuose tarp variklio (jėgos šaltinio) ir darbo mašinos ar įrenginio.

Vienas iš pagrindinių reduktoriaus parametrų yra jo perdavimo santykis (perdavimo skaičius). Reduktoriaus tipas parenkamas pagal reikalingą perdavimo skaičių u , maksimalų perduodamą sukimo momentą T_{max} , darbo režimą, pavaros konstrukcinius ir eksploatacinius ypatumus.

Sliekiniai reduktoriai daugiausia naudojami, kai reikalingas didelis perdavimo skaičius. Reduktoriuje sliekas yra varantysis, o sliekratis – varomasis. Sliekiniai reduktoriai dirba be triukšmo, tačiau dėl didelės slydimo trinties įkaista. Tokia pavara tinka trumpalaikiam darbui, esant mažai ir vidutinio dydžio apkrovai. Sliekiniai reduktoriai turi ypatingą savybę – jie gali būti savistabdžiai. Tai užtikrina, kad keliamas krovinys nepradėtų slinkti atgal staiga dingus elektros energijai ar panašiai [1].

2. Sliekinio reduktoriaus projektavimas

Pagal ISO standarto siūlomą metodiką [4] sukurta vieno laipsnio sliekinio reduktoriaus automatizuoto projektavimo programa, naudojant AutoCAD paketo Visual BASIC programavimo kalbą. Programa paskaičiuoja ir parenka sliekinio reduktoriaus konstrukcinius parametrus ir AutoCAD terpėje nubraižo reduktoriaus surinkimo brėžinį (žr. 1 pav.).



1 pav. Sliekinio reduktoriaus brėžinys

Norint, kad programa automatiškai suprojektuotų ir nubraižytų vieno laipsnio reduktoriaus surinkimo brėžinį reikia įvesti (nurodyti) šiuos pradinius duomenis: darbo režimą, reduktoriaus lėtaeigio veleno sukimo momentą T_2 , reduktoriaus greitaeigio veleno sukimosi dažnį, reduktoriaus perdavimo skaičių u , reduktoriaus eksploatavimo laiką t_h , velenų bei slieko ir sliekračio medžiagas.

Po duomenų suvedimo programa atlieka projektinius ir patikrinamuosius skaičiavimus, nubraižo reduktoriaus surinkimo brėžinį ir sudaro jo specifikaciją.

3. Reduktoriaus techninio lygio priklausomybė nuo perdavimo skaičiaus u

Reduktoriaus techninis lygis paprastai nusakomas kiekybiniais parametrais

$$\gamma = \frac{m}{T_L}, \frac{\text{kg}}{\text{Nm}}; \quad (1)$$

čia: m – reduktoriaus masė, kg; T_L – reduktoriaus lėtaeigio veleno perduodamas sukimo momentas, Nm.

Reduktoriaus techninis lygio kiekybinio parametro γ įvertinimas pateiktas 1 lentelėje. Kuo parametras γ mažesnis, tuo reduktoriaus techninis lygis aukštesnis.

Apytiksliai reduktoriaus masę galima apskaičiuoti pagal [3] darbe pateiktą empirinę formulę:

$$m = \varphi \cdot \rho \cdot d_1^2 \frac{\pi \cdot d_2}{4} \cdot 10^{-9}, \text{ kg}; \quad (2)$$

čia: d_1 – dalijamasis slieko skersmuo, mm; d_2 – dalijamasis sliekračio skersmuo, mm; φ – reduktoriaus užpildymo koeficientas (žr. 2 pav.).

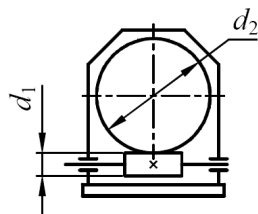
Pagal knygoje [3] pateiktas φ kitimo nuo d_2 reikšmės, panaudojus mažiausių kvadratų metodą buvo gauta sekanti užpildymo koeficiento φ empirinė išraiška:

$$\varphi = 2,5 + \frac{16\,400}{1\,590 + 0,215\,d_2^{1,7}}; \quad (3)$$

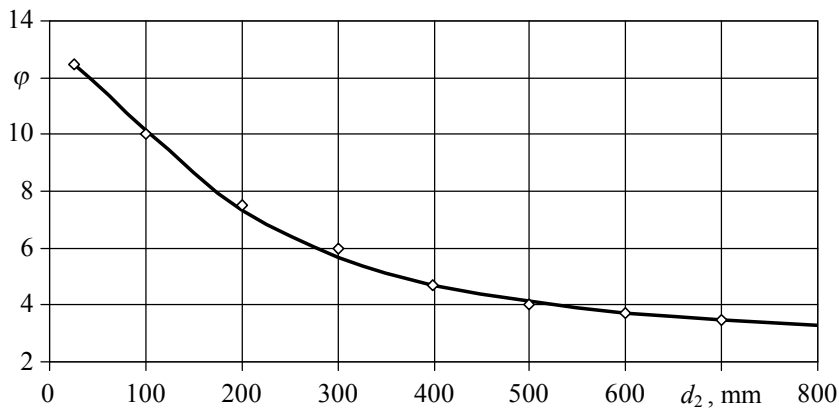
čia d_2 – dalijamasis sliekračio skersmuo, mm.

1 lentelė. Reduktoriaus techninio lygio parametras [3]

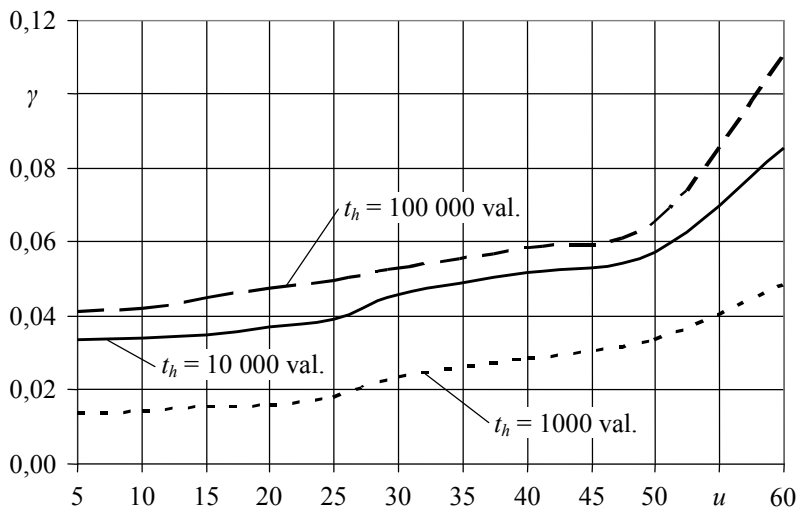
γ , kg/Nm	Techninio lygio įvertinimas	Techninio lygio aprašymas
didesnis už 0,2	žemas	Reduktorius morališkai pasenęs
0,1...0,2	vidutinis	Daugumoje atvejų gamyba ekonomiškai nepagrįsta
0,06...0,1	aukštas	Reduktorius tenkina šiuolaikinius pasaulinius reikalavimus
mažesnis už 0,06	labai aukštas	Reduktorius tenkina aukščiausius šiuolaikinius reikalavimus



2 pav. Sliekinio reduktoriaus matmenys reikalingi sąlyginio reduktoriaus tūrio nustatymui



3 pav. Vieno laipsnio sliekinio reduktoriaus užpildymo koeficiento φ priklausomybė nuo sliekračio dalijamojo skersmens: taškai – paimti iš [3] literatūros; kreivė – apskaičiuota pagal (3) formulę



4 pav. Reduktoriaus techninio lygio γ priklausomybė nuo pavaros perdavimo skaičiaus, kai tarnavimo laikas $t_h = 1000$, 10000 ir 100000 val.

Išraiškos (3) atitikimas reikšmėms, pateiktoms [3] literatūroje, pavaizduotas 3 pav. Didėjant d_2 mažėja reduktoriaus užpildymo koeficientas φ .

Iš 4 pav. matome, kad techninio lygio parametro γ vertės, kai perdavimo santykis $u < 30$ didėja lėtai, o kai $u = 30 \dots 50$ – didėjimas spartėja.

Taip yra dėl to, kad iki $u = 30$ sliekas daromas kelių pradžių (vijų). Nuo $u = 50$ techninis lygis pradeda smarkiai didėti todėl, kad slydimo greitis tampa lygus maksimaliam slydimo greičiui nuo šios vietos turi būti keičiama sliekračio medžiaga. Kadangi tyrimas atliktas nekeičiant medžiagos, todėl nuo perdavimo santykio reikšmės $u \geq 50$ reduktorius neracionalus.

4. Išvados

1. Išnagrinėjus reduktoriaus techninio lygio parametro γ priklausomybę nuo perdavimo santykio u nustatyta, kad didėjant perdavimo santykiui techninio lygio parametro γ vertės didėja, o reduktoriaus techninis lygis blogėja. Taip yra dėl to, kad didinant u turi mažėti z_1 (slieko pradžių skaičius), o pavaroje su vienpradžiu slieku slydimo greitis didesnis, nei pavaroje su dvipradžiu ar keturpradžiu slieku.
2. Kuo ilgesnis reduktoriaus tarnavimo laikas, tuo techninis lygis mažesnis (γ vertės didėja). Tačiau didėjant tarnavimo laikui techninio lygio parametro kitimo sparta mažėja.

Literatūra

1. **Pauza M.** Mašinų detalės. – Vilnius, 1996. – 321 p.
2. Sliekinė pavara. <<http://stud.ppf.ktu.lt/vaiciulis/paskaitos/me2/me2-03.3.pdf>> (lankytasi 2009-04-20)
3. **Шениблит А. Е.** Курсовое проектирование деталей машин. – Калининград: Янтарный сказ, 1999. – 454 с.
4. **Akelaitienė V.** Sliekinio reduktoriaus automatizuoto projektavimo ypatumai. Jaunųjų mokslininkų ir studentų konferencijos „Technologijos mokslai šiandien ir rytoj – 2008“ pranešimų medžiaga. – Kaunas: Technologija, 2008. 12 – 16 p.

DUJINIS IR ALTERNATYVUSIS AUTOMOBILIŲ KURAS

K. Musteikis, Ž. Bazaras

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: Biodyzelinas, bioetanolis, LPG dujos, CNG dujos, vandenilis, iškastinis kuras.

1. Įvadas

Milijonus metų žemė saugo anglies dvideginį iškastinio kuro pavidalu. Deginant šį kurą, į atmosferą išskiriamas anglies dioksidas. Nors tai nėra nuodingos dujos, mokslininkai mano, kad jos didina šiltnamio efektą ir prisideda prie žemės atmosferos temperatūros didėjimo - padariniai pasauliui yra milžiniški. Norint sulėtinti šį procesą, būtina sumažinti iškastinio kuro naudojimą ir žemės ištekliams surasti alternatyvų.

Nors aplinkos būklė priklauso nuo daugelio gamtinių ir antropogeninių veiksnių, tačiau šalies ekonomikos būklė ir jos pokyčiai esmingai įtakoja bendrą, o ypač didžiųjų miestų aplinkos būklę[1].

Be pasaulyje labiausiai įprastų automobilių kuro rūšių, benzino ir dyzelino, vis labiau naudojamas dujinis ir alternatyvusis automobilių kuras.

Europos Bendrijos Transporto sektoriui keliamas tikslas, kad 2020-aisiais metais alternatyvūs i dujiniai degalai sudarys: gamtinės dujos – 10 %, vandenilis – 5 % kiekvienoje EEB šalyje. 2010 metais - 2 % gamtinių dujų turėtų būti suvartojama transporto sektoriuje kiekvienoje EEB šalyje.

2. Dujinis automobilių kuras

Dujinis kuras – alternatyva kuras pastoviai brangstančiam benzinui. Tai ne tik ekologiškas, ekonomiškas kuras, bet automobiliui netgi labiau tinkantis nei benzinai. Keletas pavyzdžių: dujos netirpsta tepale, vadinasi ir jo neskiedžia. Reiškia ilgėja variklio resursas. Degant benzinui, degimo kameroje ant cilindrų, vožtuvų, žvakių susidaro sluoksnis nuodegų. Degant dujoms-taipogi, bet kaitaliojant abu kuro mišinius dėl oktano ir degimo temperatūrų skirtumų, šios nuodegos šalinamos.

LPG (Liquid Petrol Gas) yra suskystintos dujos išgaunamos iš naftos [1]. LPG yra angliavandenilis, sudarytas iš propano ir butano dujų mišinio. Jis gaunamas perdirbant naftą. Butano formulė C_4H_{10} , o propano – C_3H_8 .

Propano ir butano mišinio santykis apsprendžia garavimo intensyvumą, kuris atitinka dujų fazės ir skysčio fazės balansą. Propano ir butano garavimo intensyvumas proporcingai padidėja priklausomai nuo temperatūros. LPG slėgis svyruoja nuo 2 barų iki 8 barų 20 °C temperatūroje.

Apytiksliais skaičiavimais, sumontavus dujinę įrangą už 1600 Lt, ši suma atsiperka nuvažius 10-15 tūkst. km. Jei automobilis per metus nuvažiuoja 20 tūkst. km, išleisti įrangai pinigai ne tik atsiperka, bet dar sutaupo apie 400-800 Lt pirmaisiais metais, ir apie 2-3 tūkst. Lt kiekvienais sekančiais automobilio eksploatacijos metais.

CNG - Compressed Natural Gas (angl.) arba Suslėgtos gamtinės dujos automobiliams [2]. CNG - ateities degalai. Išžvalgytų gamtinių dujų telkinių kiekis Žemėje ženkliai viršija žinomas naftos atsargas, tad naftos degalų gamybai pritrūks daug anksčiau. Gamtinės dujas jau dabar naudojantys automobiliai išmeta mažiau teršalų, nei reikalauja EURO 5 normos. CNG oktaninis skaičius aukštesnis, nei benzino skatina automobilių pramonę gaminti tobulesnius ir efektyvesnius automobilių variklius. Gamtinių dujų kainų tiesiogiai neįtakoja karo konfliktai, kurių daugiausia vyksta kaip tik tose šalyse, kurios išgauna naftą. Naudojant suslėgtas gamtines dujas, ženkliai sumažėja Jūsų išlaidos degalams ir kartu Jūs saugote aplinką nuo teršalų.

Iki 1990 Lietuvoje buvo įrengtos ir veikė 5 gamtinių dujų užpildymo stotys, aptarnaudavusios ir lengvuosius, ir krovininius automobilius. Tačiau iki šių dienų nei viena jų neišliko. Šiuo metu Lietuvoje kuriamas naujas CNG degalinių tinklas. Šiuolaikinės technologijos leidžia žymiai paprasčiau, greičiau ir saugiau įrengti dujų užpildymo degalines, todėl suslėgtos gamtinės dujos tampa vis lengviau ir patogiau prieinamos daugeliui automobilių naudotojų. Palaipsniui tinklas plėsis tiek pačiuose didžiuosiuose miestuose, tiek į mažesnius miestus. O individualių namų savininkai galės įsirengti savo nuosavas „degalines“ namuose, jei jų gyvenamas būstas yra šildomas gamtinėmis dujomis.

Gamtinės dujos yra pigesnės, nei naftos produktai. Naudojant suslėgtas gamtines dujas, išlaidas degalams galima sumažinti iki 20 %, lyginant su išlaidomis dyzelinui ar suskystintoms naftos dujoms, ir net iki 40 %, lyginant su išlaidomis benzinui. Vienas 1 m³ gamtinių dujų normaliomis sąlygomis (CNG) beveik lygus 1 litrai benzino pagal kuro sunaudojimą, t.y. lengvojo automobilio vidutinės sąnaudos 100 km - 7,5 m³ gamtinių dujų (CNG), autobuso sąnaudos mieste 100 km - 60 m³ gamtinių dujų (CNG).

3. Biodyzelinas

Biodyzelinas (dar žymimas santrumpa RME) gali visiškai pakeisti tradicinį dyzelinį kurą arba gali būti maišomas skirtingomis proporcijomis su mineraliniu dyzelinu [3]. Europoje dažniausias EN standartą atitinkantis mišinys, susidedantis iš 5 % biodyzelino ir 95 % mineralinio dyzelino (dar

žymimas B5). Biodyzelino fizikinės ir cheminės savybės yra labai panašios į tradicinio dyzelinio automobilinio kuro ir įprastiniai varikliai nereikalauja jokių modifikacijų, kai mišinyje jo kiekis neviršija 5 %.

Biodyzelino privalumai lyginant su mineraliniu dyzelinu:

- Galima naudoti bet kokiame nemodifikuotame dyzeliniame variklyje;
- Deginiuose nėra sieros dioksido, per 60 % mažiau suodžių, daugiau kaip 35 % mažiau nesudegusių angliavandenių, 46 % - anglies viendeginio;
- Nėra toksiškas, 4 kartus greičiau negu dyzelinas biologiškai skyla, veikiamas mikroorganizmų;
- Gali būti laikomas, tose pačiose talpyklose kaip ir mineralinis dyzelinas, tinka tie patys pripylimo įrenginiai;
- Gali būti naudojamas grynas ir sumaišytas bet koku santykiu su mineraliniu dyzelinu;
- Geriau tepa siurblio bei variklio dalis, nes yra klampesnis.

Be gerai žinomų gerų ekologinių savybių biodyzelinas pasižymi didesniu cheminiu agresyvumu. RME tirpdo per ilgesnį laiką susikaupusias nuosėdas automobilinio kuro bakuose, filtrų korpusuose bei vamzdynuose. Apibendrinant galima būtų išskirti šias neigiamas biodyzelino savybes:

- Nerekomenduojama naudoti RME mašinose, kurios dirba su ilgomis pertraukomis (sezoniniai darbai). Jų automobilinio kuro sistemoje esančios judančios detalės gali sulipti;
- Dėl žemos stingimo temperatūros gryną galima naudoti tik iki minus 10 °C;
- Dėl biodyzeline esančių rūgščių trumpėja variklio guminių dalių naudojimo laikas;
- Dėl didesnės klampos blogėja automobilinio kuro išpurškimas;
- Dėl mažesnio šilumingumo padidėja automobilinio kuro sąnaudos ir sumažėja variklio galia;
- Didelė benzopirenų grupės kancerogeninių junginių susidarymo deginiuose tikimybė.

4. Mineralinio kuro ir etanolio mišiniai

Dažniausiai šiuo metu pasaulyje naudojami spiritiniai degalai vidaus degimo varikliams yra metanolis ir etanolis. Spiritiniai degalai pasižymi didesniu deguonies kiekiu negu mineraliniai, tai lemia mažesnę automobilinio kuro šilumingumą, tačiau jiems sudegti reikia mažiau deguonies iš aplinkos oro. Be to, spirito elementinė sudėtis sudaro realią galimybę dyzelio dūmingumui, CO, CO₂ ir aldehydų emisijai sumažinti. Pagal Europos bendrijos standartą EN 228:2004, etanolio kiekis benzine gali būti iki 5 % tūrio. Tokiam mišiniui nereikia jokių techninių variklio pakeitimų. Norint į mineralinės kilmės automobilinį kurą įmaišyti didesnę kiekį etanolio, būtini variklio pertvarkymai. Atlikus variklio pakeitimus, etanolio kiekis mišinyje galėtų siekti 85 %.

Mineralinio dyzelino ir etanolio mišinių naudojimas Europoje nėra paplitęs, tačiau vis dažniau diskutuojama apie galimybę ES šalyse panaudoti JAV ir Brazilijos patirtį gaminant degalus, savo sudėtyje turinčius 10-15 % etanolio, dar vadinamus „E-diesel“, „Oxydiesel“ ar „Diesohol“. Gryno etanolio panaudojimas dyzeliniuose varikliuose yra gana keblus, nes, lyginant su mineraliniu dyzelinu jis pasižymi mažesniu cetaniniu skaičiumi, aukštesne specifine šiluma, blogu tepumu, aukštu koroziniu aktyvumu.

4. Vandenilis

Vandenilis yra vertinamas gan prieštaringai, tačiau šiuo metu tai yra bene daugiausiai žadanti kuro alternatyva [4]. Vandenilis yra vienas iš pagrindinių visatos cheminių elementų, todėl jo kiekis yra praktiškai neribotas. Be to, jis visiškai švarus – į aplinką išmetami paprasčiausi vandens garai.

Dujinės ar skystos formos vandenilis gali būti naudojamas įprastiniuose vidaus degimo varikliuose. Šis kuras turi tris kartus daugiau energijos nei benzinai, tačiau jo tankis, net ir suspaudus, yra pastebimai mažesnis. Be to, vandenilio gavybai reikia sunaudoti daug elektros energijos.

Šiuo metu didžiausia problema yra vandenilio gavyba bei jo paskirstymas. Tradicinis vandenilio gavybos būdas iš iškasenų yra energetiškai neefektyvus, todėl gamintojai tiria būdus išgauti vandenilį iš atsinaujinančių šaltinių, pavyzdžiui, saulės ar branduolinės energijos. „General Motors“ atstovo teigimu, pusę viso reikalingo vandenilio galima gauti iš gamtinių dujų, o kitą pusę – iš vandens ir branduolinės energijos. Anot jo, Europoje per metus pramonės reikmėms pagaminama 1,8 mln. tonų vandenilio, pusės šio kiekio užtektų net 4,5 mln. automobilių.

Ypač daug lėšų reiktų vandenilio paskirstymo infrastruktūrai sukurti. Skystas vandenilis gali būti pumpuojamas vamzdžiais, bet tokiu atveju jį reiktų atšaldyti iki -253 °C. Be to, net ir esant 250 bar slėgiui vandenilis nėra tanki energijos forma. Vandenilio pervežimui reiktų 10 kartų daugiau sunkvežimių nei benzinui. Vandenilis yra labai lakus, nes maži jo atomai prasiskverbia net per cisternų sieneles.

4. Išvados

1. Norint sulėtinti „šiltnamio efekto“ procesą, būtina sumažinti iškastinio kuro naudojimą ir žemės ištekliams surasti alternatyvų.
2. Dujinis kuras - alternatyvus kuras pastoviai brangstančiam benzinui.
3. Dujinis kuras taip pat yra iškastinis kuras.
4. Biodyzelinio fizikinės ir cheminės savybės yra labai panašios į tradicinio dyzelinio automobilinio kuro ir įprastiniai varikliai nereikalauja jokių modifikacijų, kai mišinyje jo kiekis neviršija 5 %.

5. Pagal Europos bendrijos standartą EN 228:2004, etanolio kiekis benzine gali būti iki 5 % tūrio. Norint į kūrą įmaišyti didesnį kiekį etanolio, būtini variklio pertvarkymai.
6. Vandenilis yra vienas iš pagrindinių visatos cheminių elementų, todėl jo kiekis yra praktiškai neribotas.
7. Vandenilis turi tris kartus daugiau energijos nei benzinas, tačiau jo tankis, net ir suspaudus, yra pastebimai mažesnis. Be to, vandenilio gavybai reikia sunaudoti daug elektros energijos.
8. Ypač daug lėšų reikėtų vandenilio paskirstymo infrastruktūrai sukurti.

Literatūra

1. Autoekologija, Lietuvos automobilių dujų įrangos montuotojų asociacija. Prieiga per internetą: <<http://www.autoekologija.lt/?langid=1&topmenuid=3>> [žiūrėta 2009-05-16].
2. CNG kaip degalų rūšis. Prieiga per internetą: <<http://www.cng.lt/lt/main/rusis>> [žiūrėta 2009-05-16].
3. **Raslavičius L.** Trikomponenčio degaus mišinio taikymo dyzeliniuose varikliuose tyrimai. Daktaro disertacija // KTU, 2009. – 121 p.
4. Žvelgdami į ateitį gamintojai svarsto net 7 degalų alternatyvas. Prieiga per internetą: <[http://www.autotyrimai.lt/autoverslas/tendencijos/ /zvelgdami-i-ateiti-gamintojai-svarsto-net-7-degalu-alternatyvas](http://www.autotyrimai.lt/autoverslas/tendencijos/zvelgdami-i-ateiti-gamintojai-svarsto-net-7-degalu-alternatyvas)> [žiūrėta 2009-05-16].

PLAZMINIO PJOVIMO PROCESO TECHNOLOGINIŲ PARAMETRŲ TYRIMAS

V. Kiela, A. Česnulevičius

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: plazma, plazminis pjovimas, rekomenduojamas pjovimo greitis.

1. Įvadas

Šiuo metu metalų apdirbimo pramonėje naudojami įvairūs metalo pjaustymo būdai. Daugiausiai ir labiausiai paplitęs yra mechaninis pjovimas juostiniais pjūklais, įvairiomis bendrosios ir specialiosios paskirties metalo lakštų pjaustymo staklėmis ir kt. Mechaninis procesas turi nemažai privalumų, tačiau yra ir trūkumų. Toks apdirbimo būdas yra mažo našumo, sunku išpjauti sudėtingo kontūro figūrą, gaunamas mažesnis apdirbtos detalės paviršiaus tikslumas. Todėl straipsnyje bus nagrinėjamas plazminio pjovimo procesas.

Plazminis pjovimas – mažiau žinomas, tačiau daugeliu atvejų žymiai efektyvesnis metalo apdirbimo būdas nei kiti. Toks pjovimas ir kiti fizikiniai cheminiai pjovimo metodai (elektroerozinis, lazerinis) užtikrina didesnę našumą už mechaninį apdirbimą, bet neužtikrina aukšto tikslumo. Daugeliu atvejų išpjautos detalės paviršius būna nelygus, todėl dažniausiai reikalingas dar ir papildomas mechaninis apdirbimas.

2. Plazminis medžiagų apdirbimo būdas

Vienas bendras plazmos aprašymas yra tai, kad ji yra ketvirtosios būsenos materija. Manoma, kad trys materijos būsenos yra kieta, skysta ir dujinė. Dažniausiai žinoma medžiaga – vanduo, jo būsenos yra ledas, vanduo ir garai. Jei pridėtume šilumos energijos, ledas virstų iš kieto į skystą būvį ir jei pridėtume dar daugiau šilumos, jis virstų dujomis (garais). Kai dujos yra kaitinamos, jos virsta iš dujų į plazmą, ketvirtos būsenos materiją [1].

2.1. Plazminio apdirbimo būdo charakteristikos

Plazminio pjovimo proceso metu naudojamas sukoncentruotas lankas, kuriame aukštos temperatūros plazmos stulpas išlydo ir pašalina pjaunamą medžiagą iš pjūvio vietos. Plazminiu pjovimu gali būti pjaunamos visos elektrai laidžios medžiagos. Plazmai naudojamos dujos gali būti: suspaustas

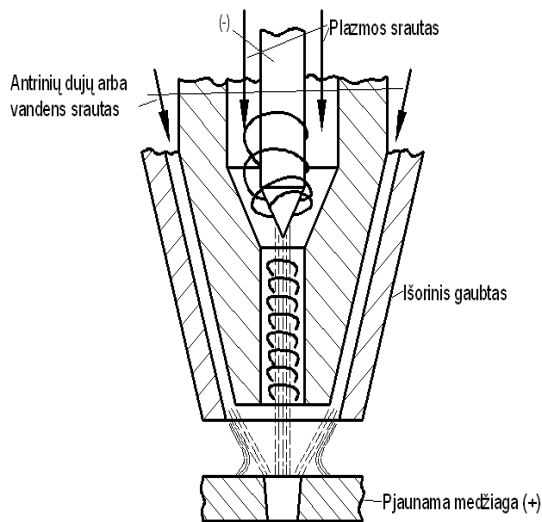
oras, azotas, deguonis ar argonas/vandenilis, gali būti pjunami angliniai ir gausiai legiruoti plienai, aliuminis, varis, taip pat kiti metalai ar lydiniai [2].

Plazminio pjovimo savybės [2]:

- nedidelės liekamosios deformacijos dėl didelės plazmos lanko koncentracijos;
- aukštas pjovimo greitis (5–7 kartus greitesnis nei dujinis pjovimas deguonimi) ir efektyviai naudojamas laikas (nereikia išankstinio įkaitinimo);
- didžiausias produktyvumas pasiekiamas pjauant plieno lakštus iki 30 mm storio. Galima pjauti tiek vertikalią pjūvį, tiek pjūvį su nuožulomis, reikalingomis suvirinimo darbams;
- geriausia pjovimo kokybė pasiekama naudojant tiksliosios plazmos arba plazmos su vandens įpurškimo sistemomis technologijas.

Plazmos lanko pjoviklio paprasčiausia konfigūracija yra pavaizduota 1 pav. Elektrai laidus ruošinio medžiaga yra teigiama, o elektrodas – neigiamas. Elektros lankas yra palaikomas tarp elektrodo ir apdirbamos detalės. Įkaitintas dujų srautas suformuoja plazmą, kurios didžiausia temperatūra siekia maždaug 33 000 °C. Oras ir azotas yra dažniausiai naudojamos dujos plazmos srautui gauti. Dujų srautas į purkštuką tiekiamas didesnio nei 1.4 MPa slėgio, todėl pagamintas plazmos srautas nukreipiamas į pjaujamą medžiagą kelių šimtų metrų per sekundę greičiu.

Apdirbimo plazmos lanku maksimalus rekomenduojamas pjovimo greitis nustatomas atsižvelgiant į medžiagos storį ir plazmos lanko srovę. Geresnė paviršiaus pjūvio kokybė gaunama naudojant mažesnius pjovimo greičius. Pjovimo greičio skaičiavimo formulė, gauta eksperimentiniu būdu [3]:



1 pav. Plazminio įrenginio pagrindinė konfigūracija

$$v_{pl} = p_1 h^{p_2} \left(p_3 L n \frac{I}{p_4} + p_5 \right); \quad (1)$$

čia: v_{pl} – pjovimo greitis, m/min; h – lakšto arba plokštės storis, mm; I – plazmos lanko srovė, A; p_1, p_2, p_3, p_4 ir p_5 – konstantos, priklausančios nuo medžiagos ir paviršiaus kokybės.

Paprastesnė rekomenduojamo plazminio pjovimo greičio išraiška yra [4]:

$$v_{pl} = 0.15 K \frac{I}{h}; \quad (2)$$

čia: K – pjaunamą medžiagą įvertinantis koeficientas: angliniams plienams – $K = 1$; aliuminio lydiniais – $K = 0.6$; vario lydiniais – $K = 0.4$; korozijai atspariems plienams – $K = 0.8$; I – plazmos lanko srovė, A; h – pjaunamo lakšto storis, mm.

2.2. Plazminio apdirbimo būdo taikymo privalumai ir trūkumai

Plazminio apdirbimo būdo taikymas pasižymi šiais privalumais:

- didesnis našumas nei mechaninio apdirbimo;
- pjaunant skirtingų storų ruošinius, nereikalinga papildoma įranga (užtenka pakeisti lanko srovės reikšmę);
- galimas detalių, kurių storis yra nuo 2 mm iki 30 mm pjovimas;
- galimas įvairaus sudėtingumo kontūro detalių apdirbimas;
- didelio tikslumo nereikalaujančiuose gaminiuose įmanoma išpjauti skylės, o tai žymiai sutrumpina gamybos procesą, nes jų nebereikia gręžti.

Pagrindiniai apdirbamo gaminio, taikant plazminį pjovimą, kokybę nusakantys parametrai yra šie:

- medžiagos paviršiuje susidariusio šlako kiekis;
- pjūvio statmenumo nuokrypių dydis;
- paviršiaus grublėtumas;
- matmenų tikslumas.

Siekiant užtikrinti reikiamą gaminių kokybę taikant plazminio apdirbimo būdą, iškyla visa eilė techninių problemų:

- tinkamas pjovimo režimų parinkimas;
- reguliarius pjoviklio sudedamųjų dalių (elektrodas, antgalis, gaubtas, difuzorius) tikrinimas ir keitimas.

3. Tiriami plazminio apdirbimo technologijos proceso parametrai

Statistiniams tyrimams buvo pasirinkti bandiniai, kurių medžiaga yra legiruotas plienas S355J2G3 (EN St 52-3N) ir anglinis plienas S235J2G3 (EN St 37-3), kadangi šios medžiagos dažniausiai naudojamos gamyboje.

Kiekvienai medžiagai parinkti tokie pjaunamų bandinių storiai, kurie dažniausiai naudojami gamyboje. Kiekvieno storio bandinys buvo pjaunamas dešimčia skirtingų greičių (žr. 1 lent.).

Kiekvienu greičiu buvo pjaunama po 100 vienodos paviršiaus formos detalių. Pagrindiniai apdirbimo kokybės kriterijai yra šlako kiekis (žr. 2 pav.), susidaręs priešingoje pjūvio plokštumos pusėje bei ribinės matmenų nuokrypos. Pagal šiuos kriterijus ir buvo nustatytas rekomenduojamas racionalus pjovimo greitis kiekvieno storio metalo lakštų pjovimui. 3 pav. pavaizduota priklausomybė tarp pjovimo greičių ir išpjautų detalių matmenų nuokrypų esant 6 mm storio lakštui pagal 1 lent. pateiktus duomenis.

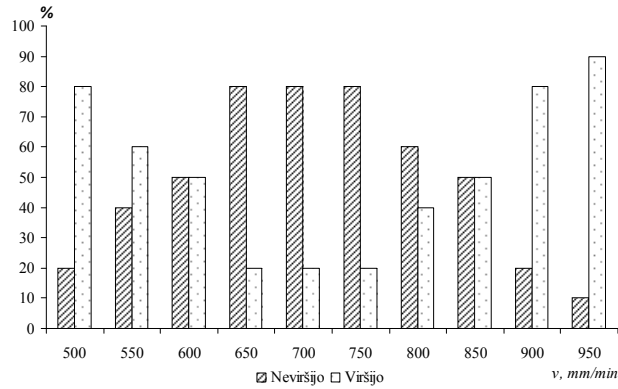
30 mm storio detalių plazminio pjovimo procesas yra bene sudėtingiausias. Netinkamai pasirinkto pjovimo greičio pasekmė – nekokybiškos detalės. Norint gauti pakankamai tikslių matmenų ir tenkinamos paviršiaus kokybės detales, reikia pjauti greičiu, parinktu iš mažo intervalo (650 – 750 mm/min). Pjaunant kitais greičiais, būna žymiai daugiau prastesnių ruošinių. Tarkime, jei pjovimo greitis yra 950 mm/min, tuomet matmenų nuokrypos yra viršytos beveik visose detalėse. Jei greitis parenkamas dar didesnis, tuomet gaminiai nebus visiškai išpjauti.

1 lentelė. Tyrimams naudojamų medžiagų pjovimo greičiai

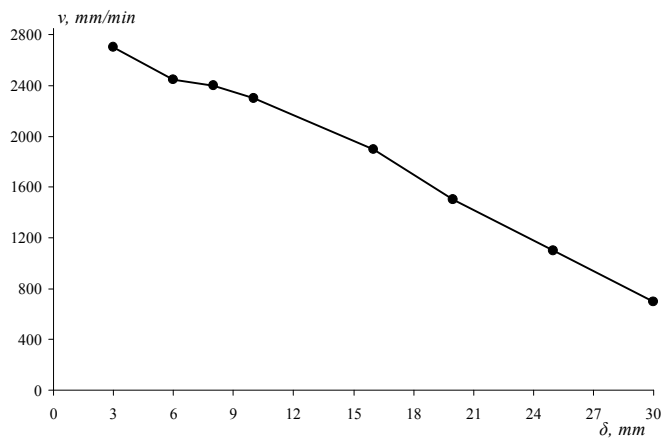
Apdirbama medžiaga	Apdirbamos medžiagos storis, mm	Pjovimo greičiai, mm/min	Ribinės matmenų nuokrypos
Legiruotas plienas S355J2G3	t-10	1900; 1950; 2000; 2050; 2100; 2150; 2200; 2250; 2300; 2350	± 0,2 mm
	t-16	1700; 1750; 1800; 1850; 1900; 1950; 2000; 2050; 2100; 2150	± 0,5 mm
	t-20	1300; 1350; 1400; 1450; 1500; 1550; 1600; 1650; 1700; 1750	± 0,8 mm
	t-25	900; 950; 1000; 1050; 1100; 1150; 1200; 1250; 1300; 1350	± 1,0 mm
	t-30	500; 550; 600; 650; 700; 750; 800; 850; 900; 950	± 1,0 mm
Anglinis plienas S235J2G3	t-3	2300; 2350; 2400; 2450; 2500; 2550; 2600; 2650; 2700; 2750	± 0,2 mm
	t-6	2150; 2200; 2250; 2300; 2350; 2400; 2450; 2500; 2550; 2600	± 0,2 mm
	t-8	2050; 2100; 2150; 2200; 2250; 2300; 2350; 2400; 2450; 2500	± 0,2 mm
	t-10	1900; 1950; 2000; 2050; 2100; 2150; 2200; 2250; 2300; 2350	± 0,2 mm
	t-16	1700; 1750; 1800; 1850; 1900; 1950; 2000; 2050; 2100; 2150	± 0,5 mm



2 pav. Labai šlakuotos detalės pavyzdys



3 pav. Priklausomybė tarp pjovimo greičių ir išpjautų detalių (iš legiruoto plieno S355J2G3) matmenų nuokrypų, kai $t = 30 \text{ mm}$



4 pav. Pjovimo greičio, užtikrinančio geriausios kokybės detalių pjovimą, kitimas nuo apdirbamos medžiagos storio (nepriklausomai nuo medžiagos cheminės sudėties)

Plazminio apdirbimo tinkamas pjovimo greičio parinkimas yra labai svarbus. Nominalus greitis kiekvieno storio lakštų pjovimui yra skirtingas. Tarkime, apdirbant 6 mm storio detales, geriausia kokybė gaunama esant 2400 – 2600 mm/min greičiui, o pjaunant 25 mm storio lakštą – esant 1100 – 1150 mm/min. Iš to seka išvada, kad didėjant pjaunamo metalo lakšto storiui, pjovimo greitis, reikalingas maksimaliai kokybei užtikrinti, mažėja (žr. 4 pav.).

4. Eksperimentiškai gautų ir apskaičiuotų pjovimo greičių palyginimas

Visi statistiniai tyrimai buvo atliekami naudojant anglinius plienus, todėl pjaunamą medžiagą įvertinantis koeficientas $K = 1$ (žr. 2 formulę) bei esant pastoviai 200 A pjovimo srovei. Pagal šią formulę apskaičiuoti visų baigiamajame darbe tiriamų medžiagų storių rekomenduojami pjovimo greičiai (žr. 2 lent.).

Paskaičiuotas rekomenduojamas pjovimo greitis medžiagoms, kurių storis yra iki 16 mm, yra žymiai didesnis už gautąjį atliekant statistinius tyrimus (žr. 2 lent.). Šios plonesnės medžiagos buvo pjaunamos esant 200 A elektros srovei. Plazminio pjovimo įrenginys, nustačius tokį elektros stiprumą, leidžia pasirinkti tik nuo 15 mm storio lakštų pjovimą. Tuo pačiu, įrenginio pjovimo greitis, nustačius didesnes medžiagų storių reikšmes, tampa mažesnis (ir jo neįmanoma padidinti iki reikiamo, pavyzdžiui, 3 mm storiui paskaičiuoto greičio). Kaip jau buvo minėta anksčiau, didėjant pjaunamo metalo lakšto storiui, rekomenduojamas pjovimo greitis mažėja. Todėl ir gaunamas toks didelis skirtumas tarp gautų ir paskaičiuotų greičių, apdirbant 3 mm, 6 mm ir 8 mm storio detales, nes plonesnė medžiaga pjaunama storesniam lakštui paskaičiuotu greičiu. Tačiau, nepaisant to, apdirbtų detalių kokybė išlieka tenkinama. Apdirbant likusių storių lakštus, skirtumas tarp abiejų greičių (gauto eksperimentiškai bei paskaičiuoto) yra nedidelis.

2 lentelė. Eksperimentiškai gautų ir apskaičiuotų pjovimo greičių palyginimas

Medžiagos markė	Apdirbamo lakšto storis, mm	Eksperimentiškai gauto pjovimo greičio ribos, mm/min	Paskaičiuotas pjovimo greitis, mm/min	Neatitikimas, %
Anglinis plienas S235J2G3	t – 3	2300 – 2750	10000	74.8
	t – 6	2400 – 2600	5000	50
	t – 8	2400 – 2450	3750	35.3
	t – 10	1900 – 2350	3000	29.2
	t – 16	1950	1875	4
Legiruotas plienas S355J2G3	t – 10	1900 – 2350	3000	29.2
	t – 16	1850 – 1950	1875	1.3
	t – 20	1450 – 1500	1500	0
	t – 25	1100 – 1150	1200	8.3
	t – 30	650 – 750	1000	30

4. Išvados

1. Tyrimo metu pastebėta, kad didžiausią įtaką apdirbimo kokybei, nepriklausomai nuo medžiagos cheminės sudėties, turi pjaunamos detalės storis. Kuo jis didesnis, tuo mažesnis pjovimo greitis.
2. Apdirbamos detalės medžiagos savybės apdirbimo kokybei turi nežymią įtaką. T. y., pjaunant 16 mm storio detales iš anglinio ir legiruoto plieno lakštų, neviršijusių ribinių matmenų detalių skaičius abiem atvejais lieka tas pats (po 90 %). Skiriasi tik rekomenduojamų pjovimo greičių intervalas.
3. Pagal (2) formulę paskaičiuoti rekomenduojami pjovimo greičiai medžiagoms, kurių storiai yra iki 16 mm, yra žymiai didesni (nuo 30 % iki 75 %) už gautuosius eksperimentiškai (žr. 3.15 lent.). Plazminio pjovimo įrenginyje, nustačius 200 A elektros srovę, pasirenkama minimali 16 mm storio lakšto reikšmė. Todėl 3 mm, 6 mm, 8 mm ir 10 mm storio lakštų pjovimas vyksta 16 mm storio lakštui rekomenduojamu pjovimo greičiu. Plonesnė medžiaga pjaunama storesniam lakštui rekomenduojamu greičiu, dėl to gaunamas toks didelis skirtumas tarp gautų eksperimentiškai ir paskaičiuotų pjovimo greičių.
4. Storesnių medžiagų (20 mm, 25 mm ir 30 mm storio) pjovimui naudojant plonesnės (6 mm, 8 mm ir 10 mm storio) medžiagoms pjauti skirtus greičius, detalė nebus išpjauta arba bus reikalingas papildomas mechaninis apdirbimas. Naudojant per mažą greitį (pavyzdžiui, 10 mm storio lakštą pjaunant 1500 mm/min ir mažesniu greičiu, t. y. ploną medžiagą pjaunant storos medžiagos greičiu) viršijamos detalių matmenų ribinės nuokrypos.
5. Vienu greičiu galima pjauti dviejų ar trijų skirtingų storių detales. Jei pjovimo greitis yra 1000 mm/min, tuomet įmanoma apdirbti 25 mm ir 30 mm storio lakštus. Esant 2500 mm/min greičiui, pjaunamos tik 3 mm, 6 mm ir 8 mm detalės. Pirmuoju greičiu (1000 mm/min), kai storis yra 30 mm, gaunama tik 10 % kokybės reikalavimus tenkinančių detalių. Tą patį storį pjaunant 750 mm/min greičiu, netgi 80 % išpjautų detalių matmenys neviršija leistinųjų nuokrypų. Iš to, kas pasakyta, galima teigti, jog kiekvieno storio detalių apdirbimo kokybė priklauso nuo tam storiui rekomenduojamo pjovimo greičio.

Literatūra

1. The A to Z of materials. Prieiga per internetą: <<http://www.azom.com>> [žiūrėta 2009-04-30].
2. Firma ESAB. Prieiga per internetą: <<http://www.esab.lt>> [žiūrėta 2009-04-30].
3. **Boothroyd G., Knight W. A.** Fundamentals of Machining and Machine Tools. Third Edition. – New York, 2006. – 573 p.
4. Kompanija „СОДИС“. Prieiga per internetą: <<http://www.sodis66.ru>> [žiūrėta 2009-04-30].

GNIUŽDOMŲ APVALAUS SKERSPJŪVIO SLUOKSNIUOTŲ KONSTRUKCINIŲ ELEMENTŲ STIPRUMO IR EKVIVALENTINIO TAMPRUMO MODULIO TYRIMAS

S. Vareikaitė, D. Garuckas

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: sluoksniuotas elementas, stiprumas, standumas, sluoksniai, apvalus.

1. Įvadas

Ilgą laiką daugelis konstrukcinių elementų buvo gaminami iš vienos rūšies medžiagos. Tokiu atveju negalima suderinti medžiagos stiprumo savybių su konstrukcijai keliamais masės, kainos ir kitais reikalavimais. Tik naudojant įvairias medžiagas, turinčias skirtingas stiprumo ir kitas fizikines ir mechanines savybes, galima gauti optimalių parametrų konstrukcinius elementus. Todėl vis plačiau imta naudoti sluoksniuotus konstrukcinius elementus, bei kompozicines medžiagas. Detalės, pagamintos iš šių medžiagų, gali dirbti įvairiomis aplinkos sąlygomis, veikiamos statinių ar cikliškai kintamų apkrovų. Norint efektyviai panaudoti sluoksniuotų elementų savybes, būtina ištirti tokių elementų stiprumo ir standumo savybių dėsningumus.

2. Darbo tikslas

Darbo tikslas – atlikti apvalaus skerspjūvio sluoksniuotų konstrukcinių elementų bandinių gniuždymo eksperimentą siekiant patikrinti teoriniais skaičiavimais gautų standumo ir stiprumo reikšmių atitikimą eksperimentams rezultatams.

3. Tyrimo objektas

Sluoksniuoto konstrukcinio elemento bandinys – buvo keturių sluoksnių trijų skirtingų medžiagų (1 lentelė) apvalaus skerspjūvio strypas (1 pav.).

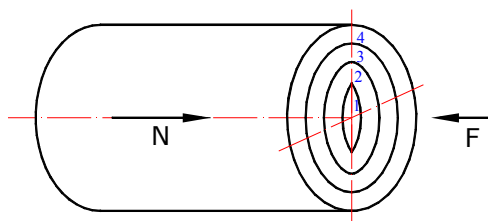
Buvo bandomos trys skirtingos sluoksniuoto konstrukcinio elemento konstrukcijos (2 lentelė).

1 lentelė. Medžiagų savybės

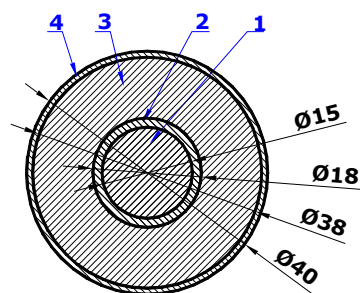
Medžiaga	Plienas Cr5	Medis	Betonas	Makroflexas
Takumo riba σ_y , MPa	285	17.5	-	-
Stiprumo riba σ_u , Mpa	490-628	48.5	0.6	$1.2 \cdot 10^{-6}$
Tamprumo modulis E , GPa	197	10	8.58	$1 \cdot 10^{-9}$

2 lentelė. Bandinių konstrukcijos

Medžiaga	1 sluoksnis	2 sluoksnis	3 sluoksnis	4 sluoksnis
1 konstrukcija	Betonas	Plienas	Medis	Plienas
2 konstrukcija	Medis	Plienas	Betonas	Plienas
3 konstrukcija	Medis	Plienas	Makroflexas	Plienas



1 pav. Apvalaus skerspjūvio sluoksniuotas konstrukcinis elementas

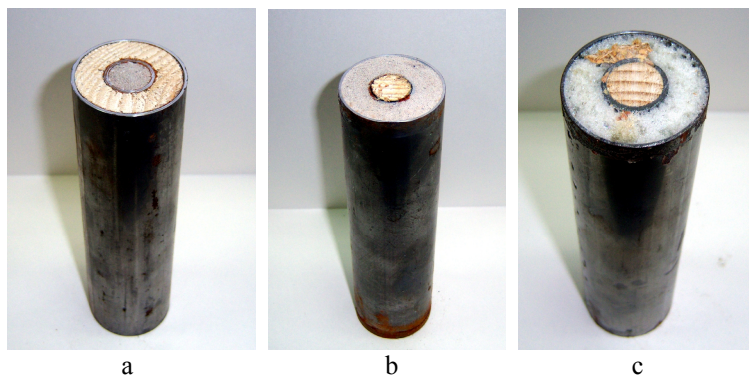


2 pav. Konstrukcinio elemento skerspjūvis

Sluoksnių numeracija ir jų geometriniai matmenys parodyti 2 paveiksle. Bandinių ilgiai – 150 mm.

Visų konstrukcijų pagrindu buvo plienas Cr5 GOST 380-71. Tam buvo panaudoti standartiniai plieno vamzdžiai, kurių skersmenys Ø40 (sienelės storis – 1 mm) ir Ø18 (sienelės storis – 1.5 mm).

Pirmoji konstrukcija (3 pav., a) sudaryta iš betono, plieno bei medienos. Antroji konstrukcija sudaryta iš medienos, plieno bei betono (3 pav., b). Trečia konstrukcija – sudaryta iš medienos, plieno bei makroflexo (3 pav., c).



3 pav. Bandiniai: a – pirmą konstrukciją, b – antrą konstrukciją, c – trečią konstrukciją

4. Tyrimo metodika

Analitiniai skaičiavimai. Sluoksniuoto konstrukcinio elemento charakteristikos buvo skaičiuojamos pagal analitinę skaičiavimo metodiką [1], kurios matematinės išraiškos pateiktos žemiau. Teoriniai skaičiavimai atlikti *Fortan* programavimo kalboje specialiai apvalaus skerspjūvio sluoksniuotų konstrukcinių elementų charakteristikų apskaičiavimui sukurta programa.

Konstrukcinio elemento ašinis standumas buvo apskaičiuotas:

$$B = \sum_{i=1}^n E_i \cdot A_i, \quad (1)$$

čia: E_i – sluoksnių medžiagų tamprumo moduliai; A_i – sluoksnių skerspjūvių plotai.

Normaliniai įtempimai konstrukcinio elemento sluoksniuose:

$$\sigma_i = \frac{N}{B} E_i, \quad (2)$$

čia N – konstrukcinį elementą veikianti ašinė jėga.

Ekvivalentinis konstrukcinio elemento tamprumo modulis buvo apskaičiuojamas iš lygybės:

$$E_k = \frac{B}{A_k}, \quad (3)$$

čia A_k – konstrukcinio elemento visas skerspjūvio plotas.

Eksperimentiniai tyrimai. Gniuždymo bandymai buvo atliekami Panevėžio instituto Technologijų fakulteto laboratorijoje. Bandiniai buvo gniuždomi presu PMM-250 (4 pav.).

Bandiniai buvo gniuždomi užduodant deformacijos dydį. Sluoksniuoto konstrukcinio elemento elgsenai ištirti buvo pasirinkta pakankamai didelė poslinkio Δl reikšmė – 20 mm.

Kompiuterinio preso valdymo sistemos dėka buvo sekama bandinio deformacija (sutrumpėjimas) ir fiksuojamos apkrovos reikšmės. Tokiu būdu buvo gautos bandinių gniuždymo diagramos.

Remiantis gniuždymo diagramomis ir pritaikius Huko dėsnį mechanikoje [2] buvo išskaičiuojamas apvalaus skerspjūvio sluoksniuoto konstrukcinio elemento eksperimentinis tamprumo modulis – (4) formulė. Kadangi buvo gniuždoma po keletą vienos konstrukcijos bandinių, buvo apskaičiuota vidutinė eksperimentinio tamprumo modulio reikšmė.

Iš eksperimento rezultatų tamprumo modulis buvo apskaičiuojamas:

$$E_{eks} = \frac{\sigma_e}{\varepsilon}, \quad (4)$$

čia: σ_e – eksperimentinė sąlyginė proporcingumo riba; $\varepsilon = \Delta l / l$ – santykinė bandinio deformacija.

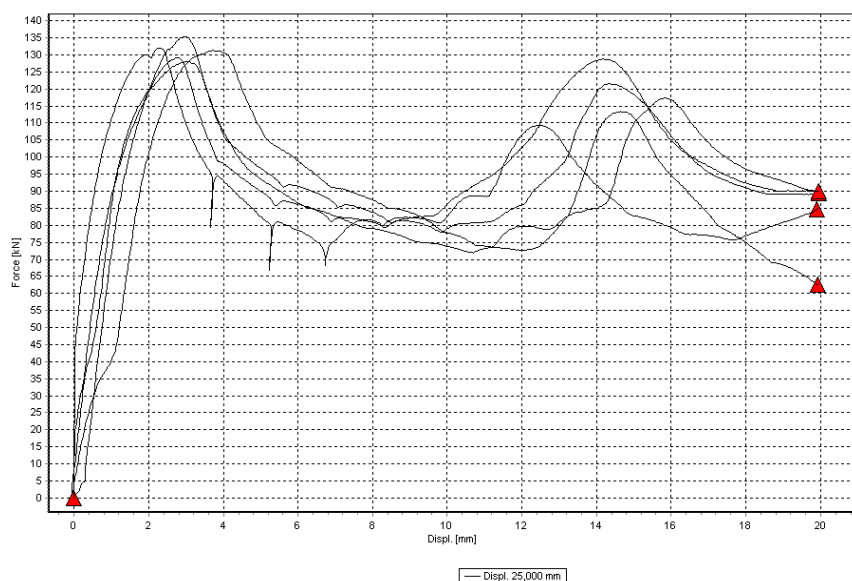


4 pav. Presas PMM-250: 1 – nejudanti traversa, 2 – sraigtinės kolonos, 3 – judanti traversa, 4 – plokštės, 5 – hidrocilindras, 6 – korpusas, 7 – kompiuterinis valdymas

5. Eksperimento rezultatai ir jų analizė

Pirmos konstrukcijos bandinių gniuždymo diagramos parodytos 5 paveiksle. Visų konstrukcijų gniužimo diagramos analogiškos.

Kaip matyti iš diagramų (5 pav.) iš pradžių kreivė kyla aukštyn, apkrova didėja – gniuždomas bandinys nesideformuoja. Gniuždomas bandinys priešinas jį gniuždančiai jėgai. Kuomet gniuždomas strypas praranda stabilumą, jis suklumpa, bandinio viršuje, apačioje arba per vidurį susidaro klostė. Šiuo momentu diagramoje fiksuojamas kreivės kritimas žemyn. Visa tai galima paaiškinti įtempimų formule: $\sigma = N/A$. Kuomet susidaro klostė, skerspjūvio plotas A didėja, įtempimai mažėja, taigi kreivė krinta žemyn. Toliau gniuždant bandinį, kreivė vėl kyla aukštyn, įtempimai didėja, tačiau bandinys dar nesideformuoja, jis vėl priešinas jį gniuždančiai jėgai. Kuomet bandinyje ima darytis antra klostė, diagramos kreivė krinta žemyn.



5 pav. Pirmos konstrukcijos bandinių gniuždymo diagramos

3 lentelė. Bandinių konstrukcijų ir plieninio vamzdžio charakteristikos

Parametras	1 konstrukcija	2 konstrukcija	3 konstrukcija	Plieninis vamzdis Ø40
F_u , kN	131.2	109.9	101.5	67.9
σ_u , MPa	104.5	87.5	80.8	554

4 lentelė. Eksperimentiniai ir teoriniai bandinių tamprumo moduliai

Bandiniai	E_{eks} , GPa	E_k , GPa
1 konstrukcija	13.63	39.6
2 konstrukcija	9.79	38.8
3 konstrukcija	7.29	32.8
Plieninis vamzdis Ø40	83.72	213

3 lentelėje pateikta visų konstrukcijų vidutinės stiprumo ribos jėgos F_u bei remiantis jomis apskaičiuotos sluoksniuotų bandinių stiprumo ribos σ_u .

4 lentelėje pateikti analitiškai pagal (3) formulę apskaičiuoti ir eksperimentiniu būdu (4 formulė) rasti tamprumo moduliai.

5. Išvados

1. Visų bandytų trijų konstrukcijų stiprumo ribos yra mažesnės nei plieno stiprumo riba, tačiau didesnės nei likusių konstrukcijų medžiagų stiprumo ribos. Vadinasi dėl skirtingų savybių medžiagų konstrukcijos sluoksnių gaunama vidutiniškai stipresnė konstrukcija.
2. Tamprumo moduliai, gauti teoriniu ir eksperimentiniu būdu, skiriasi. Dėl kelių savo savybėmis labai skirtingų medžiagų, įtakančių konstrukcinio elemento stiprumą, buvimo bei sluoksnių storių žymaus skirtumo sunku tiksliai nustatyti ekvivalentinį tamprumo modulį. Tikslesniam tokio teorinio ir eksperimentinio tamprumo modulių skirtumo paaiškinimui reikalingi papildomi tyrimai.

Literatūra

1. **Bareišis J., Paulauskas V.**, Daugiasluoksnių kompozicinių konstrukcinių elementų projektavimas (mokomoji knyga). -Kaunas: Technologija, 1995. -48 p.
2. **Bareišis J.** Plastikų, kompozitų ir daugiasluoksnių konstrukcinių elementų stiprumas. Monografija. -Kaunas: Technologija, 2006. -252 p.
3. **Garuckas D.** Sluoksniuotų kompozicinių konstrukcinių elementų stiprumo ir standumo tyrimas. Daktaro disertacija. -Kaunas: Technologija, 2000. -109 p.

GNIUŽDOMŲ KVADRATINIO SKERSPJŪVIO SLUOKSNIUOTŲ KONSTRUKCINIŲ ELEMENTŲ STIPRUMO IR STANDUMO TYRIMAS

J. Čekavičius, D. Garuckas

Kauno technologijos universitetas Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: sluoksniuotas elementas, skerspjūvis.

1. Įvadas

Mes visi norime išleisti kuo mažiau ir gauti kuo didesnę naudą. Taip pat nenorime naudoti konstrukcijų kurios būtų griozdiškos ir masyvios. Vis labiau brangstant medžiagoms bandoma atrasti „aukso viduriuką“ tarp kainos, konstrukcijos masės ir jos gabaritų.

Konstrukciniai elementai vertinami pagal:

- Stiprumą (savybė nesuirti dėl mechaninių apkrovų);
- Standumą (savybė priešintis deformacijai);
- Stabilumą (savybė išlaikyti savo pradinę pusiausviros formą, po mechaninių sutrikdimų ir sugrįžti į pradinę pusiausvyrą).

Daugelis konstrukcijų gaminama iš vienos medžiagos, todėl yra labai sunku suderinti konstrukcijos stiprumo charakteristikas su jai keliamais kainos, masės ar kitais reikalavimais. Todėl vis daugiau atsirandant naujoms kompozicinėms medžiagoms ir didėjant reikalavimams konstrukcijai, dažniau ir aktyviau pradedamos naudoti sluoksniuotos kompozicinės medžiagos. Sluoksnių storiai gali varijuoti nuo kelių centimetrų iki kelių milimetrų. Tokiems elementams gaminti parenkamos medžiagos, tinkamiausios savo fizinėmis ir mechaninėmis savybėmis [1-4].

2. Darbo tikslas

Ištirti gniuždomo sluoksniuoto konstrukcinio elemento (SKE) elgseną ir nustatyti iš gniuždymo diagramos tokio elemento tamprumo modulį. Gautą tamprumo modulį palyginsime su teoriškai apskaičiuota tokio konstrukcinio elemento tamprumo modulio reikšme.

3. Tyrimo objektas

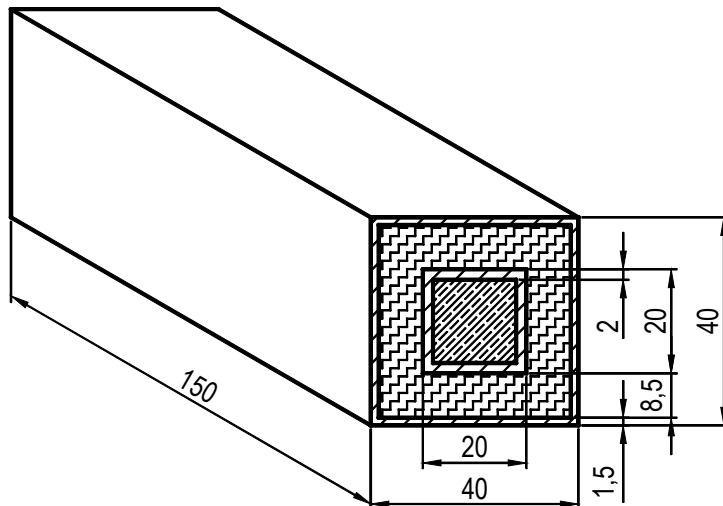
Tirsime tris skirtingas SKE konstrukcijas. Panaudotų medžiagų charakteristikos pateiktos 1 lentelėje. Medžiagų išsidėstymas bandinyje aprašytas 2 lentelėje. SKE geometriniai parametrai pavaizduoti 1 pav.

1 lentelė. Medžiagų fizinės ir mechaninės savybės gniuždymui

Medžiaga	Plienas Cт3	Medis	Betonas	Makrofleksas
Takumo riba σ_y , MPa	245	17.5	-	-
Stiprumo riba σ_u , MPa	370-480	48.5	0.6	$1.2 \cdot 10^{-6}$
Tamprumo modulis E , GPa	213	10	8.58	$1 \cdot 10^{-9}$

2 lentelė. Bandinių konstrukcijos

Nr	1 bandinys	2 bandinys	3 bandinys
1	Cemento skiedinys	Medis (pušis)	Medis (pušis)
2	Plienas Cт3	Plienas Cт3	Plienas Cт3
3	Medis (pušis)	Cemento skiedinys	Makrofleksas
4	Plienas Cт3	Plienas Cт3	Plienas Cт3



1 pav. Bandinys

4. Tyrimo metodika [5]

Bandinio santykinė deformacija buvo skaičiuojama:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}, \quad (1)$$

čia: ΔL – sutrumpėjimas, L – bendras ilgis.

Normaliniai įtempimai:

$$\sigma = \frac{F_A}{A}, \quad (2)$$

čia: F_A – ašinė jėga, A – bendras bandinio plotas.

Tamprumo modulis iš eksperimento rezultatų buvo randamas:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}. \quad (3)$$

Gniuždomo bandinio ašinis standumas:

$$B = E \cdot A. \quad (4)$$

Bandiniai buvo gniuždomi užduodant 20 mm deformaciją.

5. Rezultatai

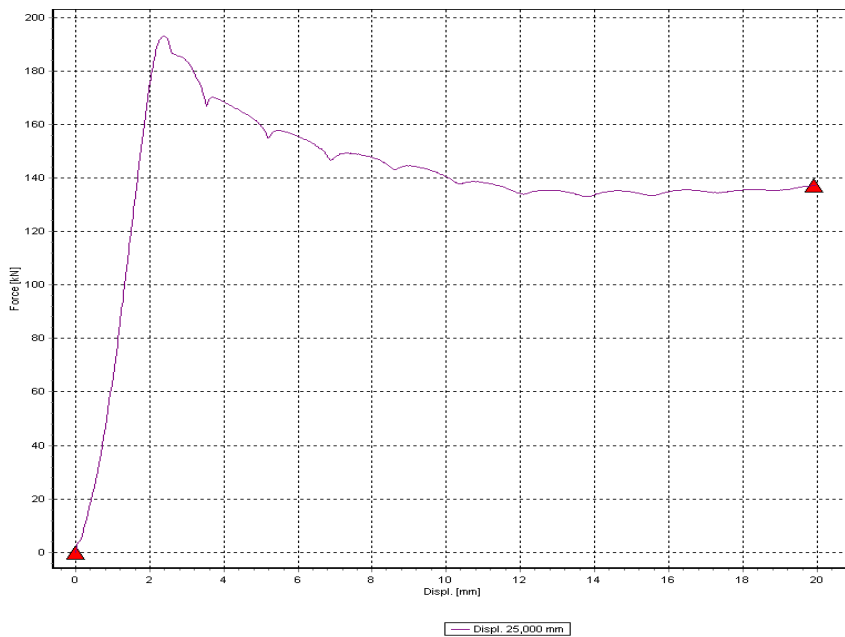
Atlikę eksperimentą ir išanalizavę gautas gniuždymo diagramas nustatome SKE charakteristikas, tam pasinaudodami aukščiau aprašytas formules. Gautus rezultatus surašome į 3 lentelę.

Bandinių gniuždymo diagramos pavyzdys pateiktas 2 paveiksle.

Iš gniuždymo diagramos randame F_A ir ΔL . Turėdami ΔL ir F_A galime apskaičiuoti SKE santykinę deformaciją ir įtempimus (3 lentelė).

3 lentelė. Bandinių konstrukcijų charakteristikos

Dydis ir jo matavimo vienetai	1 bandinys	2 bandinys	3 bandinys
ΔL , mm	1,2	0,8	0,3
ε	0,008	0,005	0,02
F_A , kN	120	76	25,6
σ , MPa	75	48	16
E , GPa	15	20,2	7,75
E_{sk} , GPa	53,6	53	48
B , MN	92	91	82



2 pav. Gniuždymo diagrama

Išvados

Eksperimentiškai nustatytas bandinių tamprumo modulis yra žymiai mažesnis už teoriškai apskaičiuotą. Manome, kad tai lemia bandinio konstrukcijos gamybos technologija: sluoksnių nevienodas sukibimas, jų geometrinių parametrų netobulumas, medienos savybių anizotropiškumas. Šiuo klausimu reikalingi papildomi tyrimai.

Literatūra

1. Prieiga per internetą: <<http://ausis.gf.vu.lt/mg/nr/2001/078/07pm.html>> [žiūrėta 2008-04-16].
2. Prieiga per internetą: <http://www2.dupont.com/Our_Company/en_US> [žiūrėta 2008-04-16].
3. Prieiga per internetą: <<http://www.kemikaal.ee/lie/tooted.php?cat=37>> [žiūrėta 2008-04-16].
4. **Ostaševičius V.** Optimalus konstrukcijų projektavimas. – Kaunas, 1986. -75 p.
5. **Barčišis J., Paulauskas V.** Daugiasluoksnių kompozicinių konstrukcinių elementų projektavimas. – Kaunas: Technologija, 1995.

AUTOMOBILIŲ IR TRANSPORTO PRIEMONIŲ EKSPLOATACINIŲ MEDŽIAGŲ UTILIZAVIMO TECHNOLOGIJŲ IR PERSPEKTYVŲ TYRIMAS

J. Čiuraitė

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: automobilių smulkinimas, atliekų kiekis.

1. Įvadas

Sprendžiant globalines problemas, susijusias su aplinkos tarša ir gamybos žaliavų taupymu, ES strategai sukūrė gana griežtą eksploatuoti netinkamų transporto priemonių surinkimo, apdorojimo ir naudojimo sistemą. Direktyvoje sakoma, jog "valstybės narės turėtų užtikrinti, kad paskutinis eksploatuoti netinkamos transporto priemonės (ENTP) turėtojas arba savininkas galėtų pristatyti ją į patvirtintą apdorojimo įmonę nepatirdamas išlaidų, jei transporto priemonė neturi vertės rinkoje arba jos vertė yra neigiamą". Direktyva turi būti taikoma transporto priemonėms, taip pat jų dalims, medžiagoms, atsarginėms ir keičiamoms dalims, nepažeidžiant saugos standartų, taršos ir triukšmo kontrolės reikalavimų.

ES direktyvose nurodoma, kad valstybės narės turi imtis būtinų priemonių ir užtikrinti, kad ne mažiau kaip 85 proc. visų eksploatuoti netinkamų transporto priemonių patektų į utilizavimo įmones. Ne mažiau kaip 80 proc. automobilio detalių turi būti tinkamos dar kartą naudoti ir perdirbti.

Specialistų skaičiavimais, realiai kiekvienas senas automobilis gali virsti maždaug 68 proc. juodųjų metalų, apie 7 proc. spalvotųjų metalų, 9 proc. plastiko, 6 proc. gumos, 3 proc. stiklo ir kitų žaliavų.

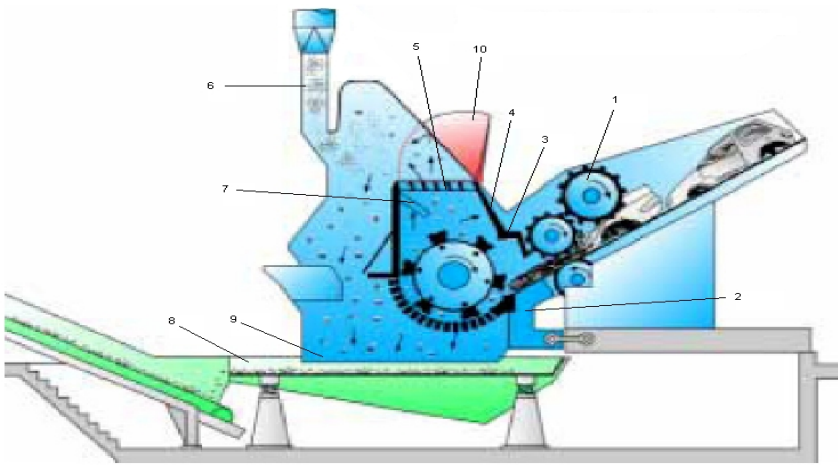
2. Eksploatuoti netinkamų transporto priemonių utilizavimo technologijos

Eksploatuoti netinkamų transporto priemonių paruošimas smulkinimui yra vienas sudėtingiausių ir daugiausia išlaidų reikalaujančių procesų. Šio proceso sudėtingumui sumažinti ir ekonomiškesniam padidinti reikia pasitelkti mobilią automobilių paruošimo smulkinimui įrangą. Pagrindinė šios įrangos paskirtis yra greitai ir saugiai pašalinti iš automobilio skysčius, bei kitas dalis ir paruošti jį smulkinimo procesui. Pirmiausia yra išimami akumuliatoriai, kurie siunčiami perdirbimui, po to nukenksminamos saugos

oro pagalvės, nuimamos padangos (siunčiamos restauravimui arba perdirbimui), pašalinamos pavojingos medžiagos (pvz.: amortizatoriai). ENTP statoma į specialų paruošimo postą, tada yra įžeminamas kėbulas (statinio krūvio panaikinimui), pašalinami visi automobilio skysčiai, nuimamos specifinės dalys (pvz.: tepalo filtrų, katalizatorių, dujų balionų ir kt.), išimami stiklai, pašalinamos plastikinės dalys (pvz.: bamperiai ir kt. plastikinės dalys siunčiamos perdirbimui arba pakartotiniam panaudojimui). Likusi ENTP dalis supresuojama ir gabenama į smulkinimo įmonę.

Kai eksploatuoti netinkama transporto priemonė yra paruošta smulkinimui, ji yra siunčiama į metalo smulkinimo įrangą. Vienintelis metalo smulkintuvas veikiantis Lietuvoje, šiuo metu yra Klaipėdoje, suomių kompanijos „Kuusakoski“ įkurtoje įmonėje UAB „Kuusamet“. Čia yra įrengtas metalo smulkintuvas „Zerdirator 225 ZZ“ (2 pav.).

Eksploatuoti netinkamos transporto priemonės praėjusios paruošimo smulkinimui procesą, taip pat jau supresuotos yra sukraunamos netoli smulkintuvo padavimo angos. Tai jau yra paprastesnis etapas, nei, kad ENTP surikimo ar ardymo atveju, nes automobiliuose jau nebūna pavojingų



2 pav. Metalo laužo smulkintuvo „Zerdirator 225 ZZ“ konstrukcija: 1 – padavimo ritinėlis, kuris sukamas priverstinai ir gali būti kilnojamas. Kilnojant šį ritinėį, galima suspausti paduodamą frakciją, jei ji netelpa pro padavimo angą. 2 – priekalas, pirminei fragmentacijai; 3 – skydas, tolimesnei fragmentacijai; 4 – gludinimo plokštė; 5 – viršutinės grotelės, metalo laužo iškrovimui; 6 – dulkių bei šiukšlių atskyrimo sistema; 7 – iškrovimo anga nesumalamiems produktams; 8 – vibruojanti plokštė, susmulkinto produkto pašalinimui iš smulkintuvo; 9 – apatinės grotelės, produkto iškrovimui; 10 – viršutinių grotelių dangtis, reguliuojantis smulkinimo kokybę [3]

medžiagų ar komponentų. Dažniausiai tai būna jau tik metalinis automobilio kėbulas. Į smulkintuvą metalo laužas kraunamas krautuvu. Po pakrovimo, ENTP patenka ant padavimo transporterio, kuriuo keliauja į patį malūną. Čia jis pakliūna į ant 6 ašių besisukančių plaktukų, kurie automobilį sumala į mažus metalo gabaliukus. Dar malūne oro srautu atskiriamos šiukšlės, kurias oro srautas gali pakelti į viršų. Toliau, magneto pagalba atskiriamas juodasis metalas nuo spalvoto. Kokybei užtikrinti, tiek juodojo, tiek spalvotojo metalo transporteriai praeina pro specialias patalpas, kuriose dar kartą rankomis atskiriamos šiukšlės ir kitos priemaišos, kurių neturėtų būti galutiniame produkte.

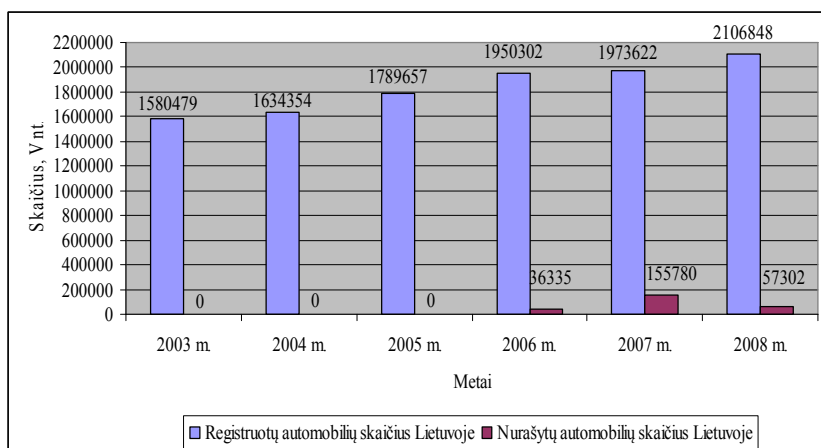
3. Transporto priemonių perdirbimo galimybės

Automobilių skaičius kasmet auga. Nesilaikant jokių aplinkosaugos reikalavimų, atsirado milžiniški automobilių sąvartynai su dideliais kiekiais išardytų automobilių kėbulų metalo laužo.

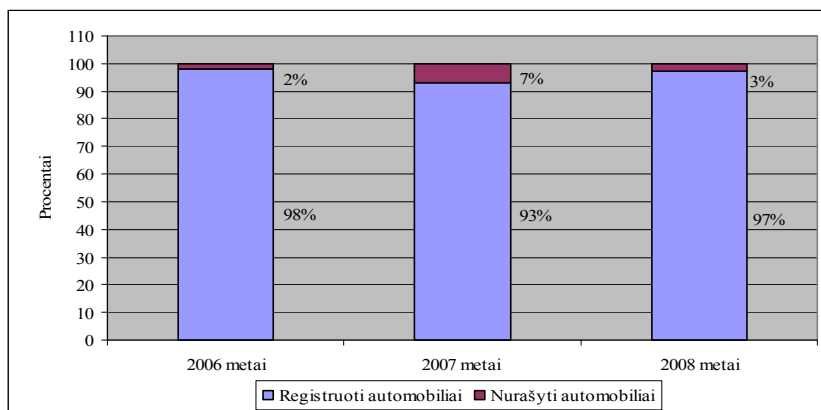
VĮ „Regitra“ gali pateikti duomenis, kiek automobilių yra registruota Lietuvoje. Tačiau tikrųjų skaičių apie registruotus automobilius nesužinosime. Daug tikslesnius duomenis galėtų pateikti technines apžiūras atliekančios įmonės, tačiau jos neturi vieningos apskaitos sistemos. Taip pat niekas nežino kiek automobilių kiekvienais metais įvežama į Lietuvą, neaišku ir kiek automobilių keliauja toliau į Rytų šalis, kiek lieka mūsų šalyje ardymui ir antrinės detalių rinkos užpildymui.

Kaip matyti iš 3 pav. 2003... 2008 m. šalyje registruojamų automobilių skaičius sparčiai augo, o eksploatuoti netinkamos transporto priemonės buvo pradėtos nurašyti tik nuo 2006 m.

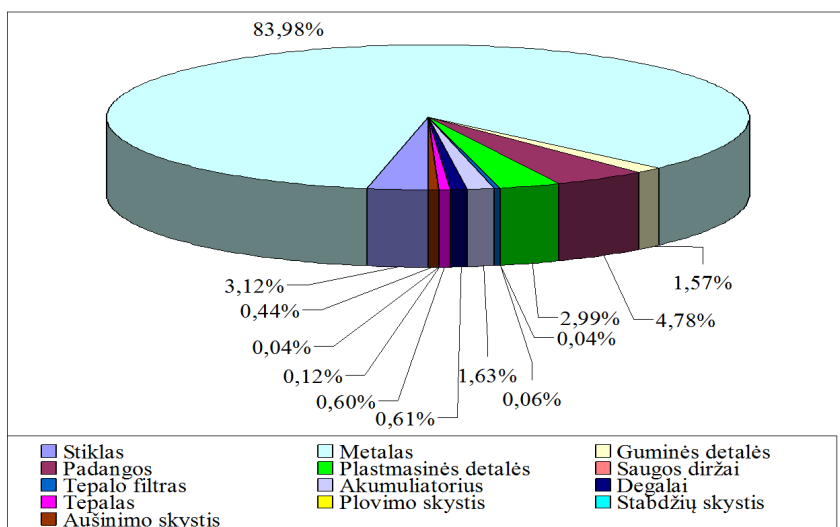
Remiantis VĮ „Regitra“ duomenimis sudaryta diagrama, pagal kurią matyti registruotų ir nurašytų automobilių santykis.



3 pav. Įregistruotų ir nurašytų transporto priemonių skaičius Lietuvoje



4 pav. Registruotų ir nurašytų automobilių santykis 2006 ... 2008 m. Lietuvoje



5 pav. Atliekų masė susidaranti utilizuojant vieną automobilį išreikšta procentais

Matome iš 4 pav., kad nuo 2006 m. pradedant nurašyti automobilius, šis procesas vyko gan lėtai. Buvo nurašyti tik 2 % (36 335 vnt.), iš 98 % visų registruotų (1 950 302 vnt.) Lietuvoje automobilių. 2007 m. nurašyti 7 % (155 780 vnt.), registruotų buvo 93 % (1 973 622 vnt.) Lietuvoje automobilių, o praėjusiais metais registruotų automobilių skaičius buvo 97 % (2 106 848 vnt.), nurašyti automobiliai sudarė 3 % (57 302 vnt.). Palyginus šiuos skaičius, matome, kad 2007 m. buvo nurašyta keturis kartus daugiau nei 2006 m. Tokį

didelį nurašomų automobilių skaičių įtakojo tuo metu pradėtos vykdyti įvairios akcijos ir Lietuvos įstatymų pasikeitimai.

Utilizuojant automobilius susidaro atliekos, kurias reikia perdirbti.

Pagal 5 pav., didžiausių utilizuojamų automobilių atliekų svorio dalį sudaro metalas, net 83,98 proc. visos automobilio atliekų masės. Stiklas sudaro 3,12 %, guminės detalės 1,57 %, padangos 4,78 %, plastmasinės detalės 2,99 %, saugos diržai 0,04 %, tepalo filtras 0,06 %, akumulatorius 1,63 %, degalai 0,61 %, tepalas 0,6 %, plovimo skystis 0,12 %, stabdžių skystis 0,04 %, aušinimo skystis 0,44 %.

Kadangi, Lietuvoje veikia tik Klaipėdoje įsikūrusi perdirbimo įmonė, matome, kad Lietuvai yra reikalinga daugiau ENTP perdirbimo įmonių. Jas būtų tikslingiausia statyti ten, kur daugiausia yra išregistruojama automobilių.

Didžioji dalis šių atliekų eksportuojama perdirbimui ir tik labai nedidelė dalis metalų laužo (ketaus, aliuminio, geležies ir plieno) perdirbama (išlydoma) Lietuvoje. Nors Lietuvos automobilių parkas ir jaunėja, bet yra dar daug senų ir eksploatuoti nebetinkamų transporto priemonių. Jų amžius ir įtakoja ENTP utilizacijos problemas.

4. Išvados

1. Metalų atliekų tvarkymo Lietuvoje problematika – žemas aplinkos apsaugos priemonių taikymas, aplinkos apsaugos reikalavimų nesilaikymas, nelegalus eksploatuoti netinkamų transporto priemonių ardymas metalo laužo surinkimo aikštelėse.
2. Utilizuojant vieną automobilį susidaro atliekos iš kurių: metalas sudaro net 83,98 % visos automobilio atliekų masės, stiklas sudaro 3,12 %, guminės detalės 1,57 %, padangos 4,78 %, plastmasinės detalės 2,99 %, saugos diržai 0,04 %, tepalo filtras 0,06 %, akumulatorius 1,63 %, degalai 0,61 %, tepalas 0,6 %, plovimo skystis 0,12 %, stabdžių skystis 0,04 %, aušinimo skystis 0,44 %.
3. Reikia objektyviai įvertinti esamą situaciją, tikslinti apskaitos metodiką, tobulinti teisinę bazę, reikalauti įstatymų keliamų reikalavimų vykdymo ir principingai kontroliuoti.

Literatūra

1. Prieiga per internetą: <<http://www.autodiena.lt/lt/naujienos/aktualu/krize-siuksles-vel-paverte-siukslemis/>> [žiūrėta 2009 05 04].
2. **Jakubasch K.** Automobil – Recycling. HTW – Dresden. 2000. 44 p.
3. Prieiga per internetą: <<http://www.metsopaper.com>> [žiūrėta 2009 05 08].
4. Prieiga per internetą: <http://www.regitra.lt/index.php?Action=statist_reg&node=40&node1=0&s=0&statid=menu1> [žiūrėta 2009 04 17].

DISKINIŲ FASONINIŲ APTEKINIMO PEILIŲ AUTOMATIZUOTAS PROJEKTAVIMAS IR JŲ PARAMETRŲ TYRIMAS

E. Bugaj, A. Bražėnas

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: diskinis aptekinimo peilis, Visual Basic, AutoCAD.

1. Įvadas

Fasoninės sudėtingo profilio detalės yra apdirbamos SPV tekinimo staklėmis. Tačiau esant didelėms detalės partijoms dėl didelės šių staklių kainos jų panaudojimas šiuo atveju neracionalus. Todėl fasoninių peilių panaudojimas apdirbant fasonines detales ir jų projektavimas išlieka aktualus.

Šiame darbe pateikta pradinių duomenų paruošimo automatizuotui projektavimui (AP) tvarka, jų įvedimo ypatumai, AP etapai. Panaudojus sukurtą programą atlikti peilio profilio parametrų priklausomybės nuo priekinio kampo, detalės profilio gylio, peilio skersmens tyrimas ir pateikti gauti rezultatai.

Literatūroje [3] pateikiama fasoninių peilių projektavimo algoritmai, jų projektavimo programos nėra prieinamos eiliniam vartotojui. Sukurta diskinio fasoninio aptekinimo peilio automatizuoto projektavimo programa bus taikoma studijų procese. Ją taip pat galima sėkmingai naudoti mašinų gamybos įmonėse.

2. Automatizuoto projektavimo eiliškumas

Programa parašyta Visual Basic programavimo kalba, kuri pagal įvestus pradinius duomenis apskaičiuoja peilio profilį, jo konstrukcinius elementus ir valdo AutoCAD paketą, braižantį diskinio fasoninio aptekinimo peilio darbo brėžinį.

Automatizuotam projektavimui reikia paruošti ir įvesti į programą pradinius duomenis: projektuotojo duomenis, peilio šifrą, geometriniu elementu, detalės profilio parametrus. Detalės profilio parametrus panaudotas automatizuotas detalės profilio brėžinio, nubraižyto programiniu paketu AutoCAD (žr. 1 pav.), nuskaitymas. Programa reikiamu tikslumu nuskaity detalės profilio elementų tipą ir palengvina peilio profilio poliginijos

brėžimą. Programos rašymui supaprastinti pateikiamos fiktyvios detalės profilis, kuri gaunama prie detalės kairėje jos pusėje prijungiant nupjovimo griovelio žymėjimo dalį. Šis profilis nuadomas siekiant supaprastinti duomenų įvedimo ir peilio profilio braižymą. Fiktyvios detalės peilio ilgis:

$$l_{fd} = l_d + b + b_1, \quad (1)$$

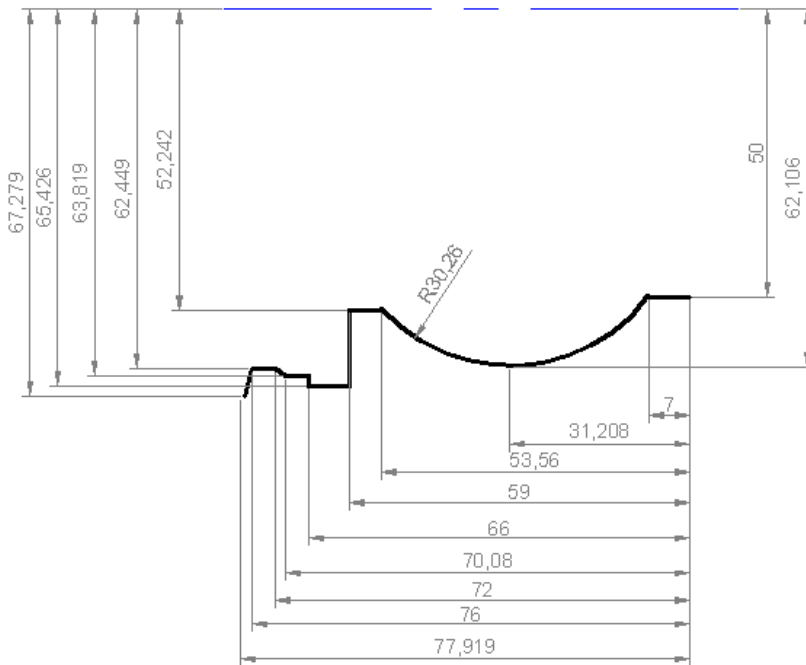
čia: l_d – detalės ilgis; b – atpjovimo peilio plotis; $b_1 = 0.5 \dots 1 \text{ mm}$ – kairinės peilio profilio dalies papildoma tąša.

Detalės profilio spinduliai r_{ski} charakteringuose jos profilio taškuose apskaičiuojami pagal formulę:

$$r_{ski} = [d_i + 0.5 (es_i + ei_i)], \quad (2)$$

čia: d_i – nominalinis detalės skersmuo charakteringame taške i ; es_i ir ei_i – detalės skersmens d_i viršutinis ir apatinis nuokrypiai.

Gauti detalės spinduliai r_{ski} tikrojo detalės profilio ribose skaičiuojami 0,001 mm tikslumu. Atpjovimo griovelio žymėjimo dalis aptekinus detalę yra nupjaunama, todėl, kad palengvinti peilio gamybą, atpjovimo griovelio charakteringų taškų r_{ski} suapvalinami iki 0,1 mm.



1 pav. Detalės brėžinys

2.1 Programos veikimo aprašymas

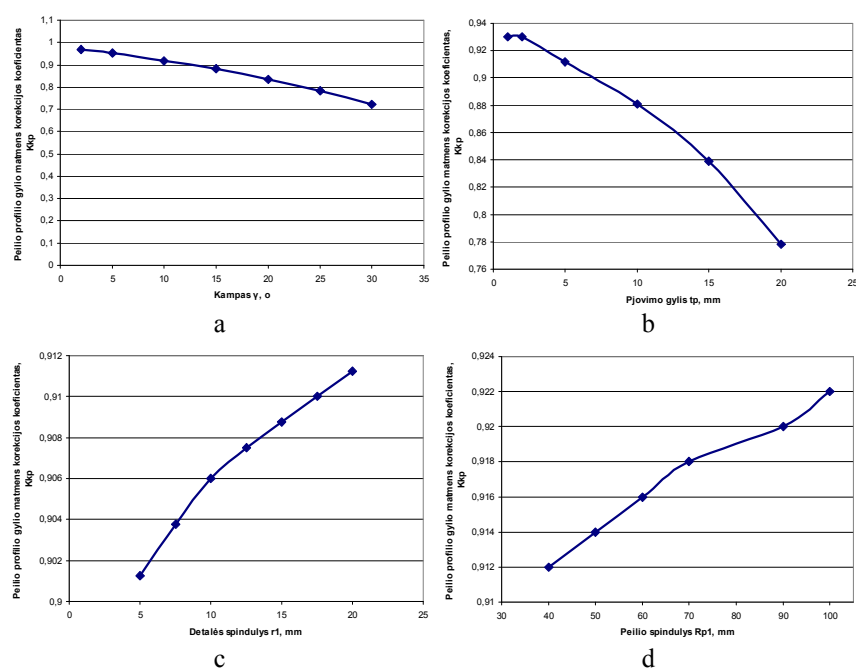
Pradžioje į programą įvedami projektuotojo duomenys, peilio šifras, grupė, projektavimo data. Toliau iš lentelės pasirenkama apdirbimą medžiaga, kampų α ir γ reikšmės. Nuskaitomas fiktyvus detalės profilio brėžinys. 2 pav. pavaizduotas sugeneruotas diskinio fasoninio aptekimo peilio darbo brėžinys.

3. Peilio profilio parametrų tyrimas

Peilio profilio gylio parametras priklauso nuo kampo γ , detalės skersmens d , jos profilio gylio t_d , bei peilio skersmens. Panaudojus sukurta programų paketą buvo atlikta šių priklausomybių tyrimai, kurių rezultatai pateikti 3 pav. Ši priklausomybė išreiškiama koeficientu $K_{pk} = t_{pi} / t_{di}$, nurodomas detalės ir peilio profilio gylių santykį.

Atlikus tyrimus buvo nustatyta:

- didėjant kampui γ nuo 0° iki 30° , K_{pk} mažėja ribose 0,95 ... 0,7 pagal dėsni artimą tiesiniam;



2 pav. Koeficiento K_{pk} priklausomybė nuo apdirbimo sąlygų: a - $K_{pk}(\gamma)$; b - $K_{pk}(t_p)$; c - $K_{pk}(r_1)$; d - $K_{pk}(R_1)$.

- didėjant peilio didžiausiam aktyvinės profilio dalies spinduliui R_1 , K_{pk} nežymiai didėja pagal dėsnį artimą tiesiniam, ribose 0,912 ... 0,92.

4. Išvados

1. Sukurtas programos paketas įgalina suprojektuoti diskinių fasoninių aptekimo peilių bet kokio profilio detalėms apdirbti.
2. Šis programinis paketas bus naudojamas mokymo procese. Jį taip pat galima naudoti metalo apdirbimo įmonėse.
3. Fasoninių aptekimo peilių automatizuoto projektavimo programa sutrumpina skaičiavimo, projektavimo ir fasoninio ištekinimo peilio darbo brėžinio paruošimo laiką.

Literatūra

1. **Bražėnas A., Jurėnas V.** Metalų pjovimo įrankiai. -Vilnius: Mokslas, 1991.
2. **Bražėnas A.** Fasoninių įrankių projektavimas. -Kaunas: Technologija, 1995.
3. **Bugaj. E.** Diskinių fasoninių aptekimo peilių projektavimo principai. Konferencijos, vykusios 2008-04-25 Panevėžyje, „Technologijos mokslai šiandien ir rytoj - 2008“ pranešimų medžiaga. -Kaunas: Technologija, 2008. 61-64 p.
4. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов. -Москва: Машиностроение, 1986. -287 с.
5. **Bugaj E.** Diskinių fasoninių aptekimo peilių automatizuotas projektavimas ir jų parametro tyrimas. Magistro baigiamasis darbas. KTU PI TF. – Panevėžys, 2009. -36 p.
6. **Ostereika A.** Programavimo Visual Basic pagrindai. -Kaunas, 2003. -226 p.
7. **Sinkevičius V.** Auto CAD 2000 nuo nulio. -Kaunas:Technologija, 2007. -73 p.
8. **Sinkevičius V.** Auto CAD 2008. -Kaunas: Technologija, 2008. – 32 p.

PAVOJINGO KROVINIO OPTIMALAUS TRANSPORTAVIMO NUSTATYMAS

M. Piskarskas, L. Pelenytė-Vyšniauskienė

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: pavojingas krovinys, optimalus transportavimas.

1. Įvadas

“Pavojingo krovinio optimalaus transportavimo nustatymas” – ši frazė sukelia nemažai diskusijų, nes kiekvienais metais vis daugiau yra gabenama krovinių, o tuo pačiu ir pavojingų.

Pavojingų krovinių gabenimas yra viena iš sudėtingiausių ir daugiausia reikalavimų keliančių sričių. Kiekvieną krovinį, dėl esamo pavojingumo aplinkai bei žmonėms, būtina tiksliai reglamentuoti, reguliuoti ir kontroliuoti. Yra nustatyti griežti pavojingų krovinių vežimo, pakavimo, žymėjimo reikalavimai, būtini reikalavimai transporto priemonėms, vežėjams bei sandėliams.

Pavojingų krovinių vežimo sąvoka apima: pavojingų krovinių parėmimą išsiųsti, priėmimą iš siuntėjo, pačio krovinio vežimą, pateikimą gavėjui ir saugų krovinio pakrovimą, iškrovimą, perkrovimą ir laikinąjį sandėliavimą.

Lietuva integruojasi į Europos Sąjungą arba Bendrąją rinką, todėl pastaruoju metu suaktyvėjo komerciniai mūsų šalies verslininkų ir užsienio partnerių ryšiai. Todėl siekdami rasti rinkoje tam tikrą nišą savo produkcijai, verslininkai susiduria su įvairiais klausimais. Vienas iš jų yra gaminių transportavimas – pristatymas iš gamybos į vartojimo vietas. Iš pirmo žvilgsnio atrodo, kad gaminių arba prekių transportavimas nėra sudėtingas, tam tikrų žinių reikalaujantis procesas. Iš tiesų yra visiškai kitaip. Racionalus produkcijos srauto planavimas ir teisingas jo organizavimas duoda didžiulę ekonominę naudą. Jau seniai žinomi tokie gamybos elementai, kaip žaliavų bei medžiagų tiekimas į jų perdirbimo vietas, pusgaminių arba gatavų dirbinių sandėliavimas, pagaliau pristatymas vartotojui. Minėti gamybos proceso etapai duos norimą rezultatą tik tada, kai bus paruošti visi reikalingi dokumentai, suderinti transporto rūšies, priemonės bei taros parinkimai, išsamiai išanalizuoti kelių tinklai kuriais būtų galima saugiai gabenti krovinius sukeliant mažiausią riziką aplinkai ir žmonėms.

2. Pagrindiniai vežimo saugą užtikrinantys faktoriai

Reikalavimai:

- Medžiagų identifikavimui, klasifikavimui.
- Tarai ir pakavimui bei talpykloms.
- Transporto priemonėms.
- Personalui.
- Krovinių tvarkymui (pakrovimui/iškrovimui).
- Kai kurių krovinių kiekio ribojimui.
- Transporto priemonių stovėjimui ir kt.

Personalo kompetencija ir mokymas:

- Saugos specialistai.
- Vairuotojai.
- Kiti asmenys, susiję su pavojingų krovinių vežimu [1].

3. Transporto rūšies parinkimas

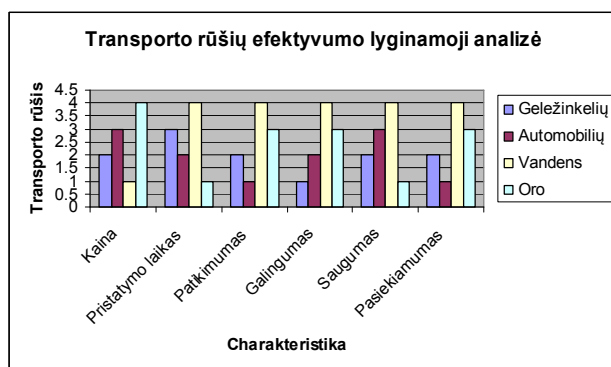
Gabenant krovinius iš vienos vietos į kitą, neišvengiamai tenka rinktis jų transportavimo būdą. Yra daugybė veiksnių, į kuriuos reikia atsižvelgti, kuriuos reikia įvertinti. Patys pagrindiniai veiksniai pagal kuriuos parenkama transporto rūšį [1]:

- pristatymo greitis;
- pristatymo kaštai;
- saugumas ir apsauga nuo pažeidimų;
- žalos produkcijai rizika transportuojant;
- pakavimo reikalavimai;
- prastovų automobilių kamščiuose;
- mažinant taršos žalą.

Šiuo metu transporto politika yra orientuota į efektyvesnį geležinkelių transporto panaudojimą, sumažinti kelių magistralinio tinklo apkrovimą. Siekiant minimizuoti transportavimo kaštus parenkamas kombinuotas transportavimas.

Pagal įvairių transporto rūšių efektyvumo rodiklius (žr. 1 pav.) galime daryti tokias išvadas:

- Geležinkelių transportas pagal savo galingumą ir pristatymo laiką yra parankus klientams, bet pasiekiamumas yra ganėtinai mažas, todėl kaina yra nedidelė.
- Gabenant automobilių transportu krovinių grobstymo tikimybė yra didesnė, bet šis transportas yra vienintelis kuris gali pristatyti krovinį nuo durų iki durų, todėl jo kaina yra žymiai didesnė.
- Galima teigti, kad vandens transportas pirmauja, bet gabenant krovinius šia transporto rūšimi laikas yra labai ilgas, todėl ir kaina yra maža nors ir krovumas labai didelis.

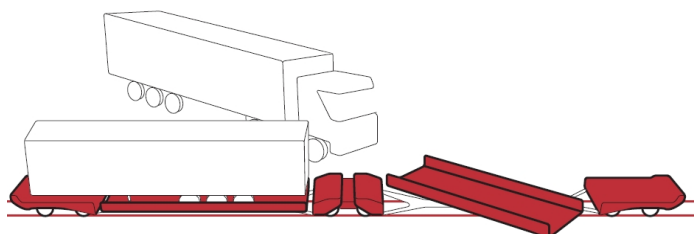


1 pav. Įvairių transporto rūšių efektyvumo rodikliai 5 balų sistemoje

- Oro transportu labai mažai gabenama pavojingų krovinių, nes pavojaus rizika labai didelė nors greitis bei saugumas galėtų kompensuoti piniginę vertę [2].

Materialaus srauto judėjimą logistikoje užtikrina transportas. Nuo jo priklauso srauto greitis, patikimumas ir jo apsauga. Tarp kriterijų, lemiančių ekonominį transporto pajėgumą, nurodomas greitis. Siekiant sumažinti materialių išteklių atsargas sandėliuose ir kapitalo kaupimo išlaidas, medžiagos privalo būti pristatomos nedideliais kiekiais, bet dažniau. Greitis čia vaidina pagrindinį vaidmenį. Todėl parenkant vieną ar kitą transporto rūšį kroviniams gabenti dažnai svarbiausia yra ne kaina, bet pristatymo greitis ir patikimumas. Kadangi gabenamas kroviny yra automobiline dujos ir maršruto tikslas nugabenti krovinį „nuo durų iki durų“, pasirenkamas automobilių transportas. Bet, kad galėtumėme nustatyti optimalų transportavimo būdą parinkamas ir antra transporto rūšis t.y geležinkelių transportas (2 pav.) [3].

Pasirinktas kroviny t. y. suskystintos dujos gabenamos automobiline cisterna, kurią vilks vilkikas kuris atitinka EURO 4 standartus. Taip pat pasitelkus geležinkelių transportą kroviny bus vežamas trimis variantais.



2 pav. Kombinuotas transportas

4. Maršrutai ir vežimo būdai

1. Berlynas (Vokietija) – Varšuva (Lenkija) – Vilnius (Lietuva) – kelių transportu.
2. Berlynas (Vokietija) – Varšuva (Lenkija) – geležinkelių transportu (autocisterna ant platformos) ir Varšuva (Lenkija) – Vilnius (Lietuva) – kelių transportu.
3. Berlynas (Vokietija) – Varšuva (Lenkija) – kelių transportu ir Varšuva (Lenkija) – Vilnius (Lietuva) geležinkelių transportu (autocisterna ant platformos).

5. Pakrovimo – iškrovimo konstrukcija ir jų technologinė paskirtis

Prekinio vagono tipas ir įranga priklauso nuo jo paskirties ir kėbulo konstrukcijos. Pagrindinė vagono kėbulo dalis, prie kurios tvirtinama dauguma technologinių įrenginių, yra vagono rėmas. Vertikalios rėmą veikiančios jėgos perduodamos vežimėlio linginei sijai ir toliau per ratų poras bėgiams. Horizontalios jėgos priimamos ir perduodamos tik vagono rėmui. Vagonų rėmai gali bati su centrine sija ir be jos. Pagal kėbulo konstrukciją ir jo sujungimo su rėmu būdą, rėmai gali būti laikantieji, priimantys visas vagoną veikiančias apkrovas [4].

Parinkta universali platforma (3 pav.) kuri skirta gabenti puspriekabėms ar automobilinėms cisternoms. Taip pat jos tinka ir konteineriams kurie kraunami atskirame terminale su specialia įranga. Universalios platformos konstrukcijos yra labai panašios į senąsias, tik yra įrenginys po platforma, kuris leidžia jai pasisukti kampu.



3 pav. Universali platforma

5. Išvados

Išanalizavus pavojingų krovinių vežimą, galime teigti, kad reikalavimai: medžiagų identifikavimui, klasifikavimui; tarai ir pakavimui; transporto priemonėms; personalui; krovinių tvarkymui yra labai griežtai

reglamentuojami ir tikrai būtini norint juos kontroliuoti. Atsižvelgiant į vis didėjančias pavojingų krovinių vežimo apimtis ir siekiant užtikrinti šios rūšies krovinių vežimo saugą, LR prisijungė prie visų transporto rūšių, išskyrus vidaus vandenų, konvencijų, reglamentuojančių pavojingų krovinių vežimą. Išanalizavus pavojingų krovinių vežimą reglamentuojančius dokumentus, iš pirmo žvilgsnio atrodo, kad teisinė bazė yra pakankama, tačiau ji yra daugiau apribojamojo pobūdžio.

Investicijos į transporto parko atnaujinimą ir privalomas profesinis mokymas bei kitų ES kokybės standartų įvedimas pagerins vežimo paslaugų kokybę. Neišvengiamai kylant bendram kainų lygiui bei kitoms išlaidoms, turėtų kilti ir vežimo paslaugų kaina.

Išnagrinėjus statistikos duomenis drąsiai galima teigti, kad pavojingų krovinių vežimų apimtys sparčiai auga. Daugiausia gabenamų krovinių yra kuras, kurio mūsų kasdienybėje reikia vis daugiau. Pagal skaičiavimo rezultatus galime daryti išvadą, kad gabenant krovinius dideliais atstumais, optimaliausias varinatas būtų pasirinkti geležinkelių transportą. Kuo didesnis atstumas tuo mažesnės gabenimo išlaidos, žinoma automobilių transportas yra neatsiejama dalis, be kurios vartotojas negalėtų gauti prekės.

Nors ir ES skirtų lėšų, Lietuvos transporto plėtrai pakaktų, yra nespėjama vykdyti visų projektų, kad modernizuoti visas transporto rūšis. Didžiausias dėmesys yra skiriamas didiesiems transporto projektams. Baigiamajame darbe analizuotas kombinuoto transporto terminalas bei jo pakrovimo ir iškrovimo principas būtų labai našus mūsų šalyje. Nutiesus Lietuvoje bent vieną geležinkelio liniją atitinkančią europinių begių plotį krovinių gabenimas iš vakarų europos būtų pigesnis, greitesnis bei būtų daroma mažesnė žala aplinkai.

Literatūra

1. **Batarlienė N.** Pavojingųjų krovinių vežimo pagrindai. – Vilnius: Technika, 2007. – 152 p.
2. **Bischof K. D., Meister H., Pyell G., Roj G., Stadler U., Wagner G.** Ekspedicinių ir transporto įmonių vadyba. – Vilnius, 2002. – 236 p.
3. **Bazaras Ž., Maršaitis D., Sapragnas J.** EUROPOS TRANSPORTO SISTEMOS. – Kaunas: Technologija, 1999. – 159 p.
4. **Bazaras Ž.** Geležinkelio riedmenų konstrukcijos. – Kaunas: Technika, 2002. – 100 p.

GELEŽINKELIO VAGONŲ STABDYMO TYRIMAS RATO IR BĖGIO KONTAKTO ZONOJE

M. Zaborskis, Ž. Bazaras

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: Skirstymo kalnelis, stabdiklis, aširatis.

1. Įvadas

Svarbiausias skirstymo kalnelio tikslas yra suformuoti ir išformuoti sąstatus, kurie yra numatyti. Šiam procesui turi būti suteiktas techninis saugumas. Šio proceso metu, traukiniai ir jų prekės turi išlikti saugios. Procesas, kurio metu sąstatas yra išformuotas ir suformuojamas naujas, yra integruotas, kurio tikslas yra suskirstyti vagonus teisingais keliais. Skirstymo kalnelis nelyginams sunumeruotiems traukiniams išformuoja sąstatą ir suformuoja naują surūšiuodama vagonus pagal jų kitas stotis. Skirstymo kalnelio budėtojas prižiūri visą atliekamą darbą. Sąstato išformavimas yra įgyvendinamas skirstymo kalnelio manevrinių lokomotyvų, kurie nutraukia sąstatą ant skirstymo kalnelio nuolydžio, atkabindami po vieną ar keletą vagonų, kurių tolimesnė kryptis yra vienoda, išformuoja atvežtą sąstatą suformuodami naujus. Šioje šalyje naudojamas dvigubas skirstymo kalnelis, kurio nuožulnumas gali siekti iki 40%. Tam, kad reguliuotų vagonų greitį, jiems riedant nuo kalnelio, skirstymo kalnelyje yra trys stabdymo pozicijos:

1. Pirmoji stabdymo pozicija yra skirstymo kalnelio nuolydyje kuriame yra įrengti 4 T-50 tipo stabdikliai. Šių stabdiklių tikslas yra intervalinis stabdymas. Stabdiklius valdo skirstymo kalnelio operatorius.
2. Antroji stabdymo pozicija yra skirstymo kalnelio nuolydžio ruože prieš skiriamuosius iešmus ir yra skirta tikslingų intervalinių stabdžių įgyvendinimui.
3. Trečioji stabdymo pozicija yra skirstymo kalnelio pabaigoje, nuo kalnelio pusės. Ji turi 34 sudėtingus T-50 bėgių stabdžius, kurie skirti tiksliam stabdymui.

Po trečia bėgių stabdžio pozicija, ant skirstymo kalnelio takų, yra įvykę 35 katastrofos, panašūs kaip pusė iešmų kad paleistų sustojimo blokuotę nuo bėgių tuo atveju, jei yra papildomos vagonų rankinių stabdymo galimybių. Ši rankinio stabdymo padėtis yra reguliuota, kad kontroliuotų vagonų greitį ir valdomas greičio eismo kontrolieriaus. Skirstymo kalnelio dispetčeris yra

aprūpintas vaizduokliu, kuriame matoma informacija iš automatinės stoties elektroninio valdymo sistemos.

Skirstymo kalnelyje, takai yra skirti traukinių rinkimui vietinių traukinių sudėties planus. Rinkdami vagonams takus, atsižvelgiama į jų kiekį ir talpumą ir paprastai atskiras takas yra išrenkamas vagonams su atskiromis kryptimis.

Svarbiausias skirstymo kalnelio tikslas išformuoti ir suformuoti sąstatus. Sąstatų atskyrimas ir surinkimas yra skirstymo kalnelio vienas procesas, dėl kurio vagonai artėja prie reikiamo tako. Skirstymo kalnelis turi vieną nuolydį tam, kad pastumtų furgonus į kalną su dviem aplinkelio takais; kalnelio aukštis yra 1,5 m.

Pirmoje lentelėje pateiksiu normuotus vagonų greičius, kurie yra skirstymo kalnelyje.

1 lentelė. Normuoti vagonų greičiai skirstymo kalnelyje

Greitis, stumiant vagonus į kalną	Greitis, traukiant vagonus pakalniui	Po stabdančios padėties vagonų judėjimo greitis
4 ... 5 km/h	17 ... 20 km/h	7 ... 8 km/h

2. Reikalavimai automatizuotiems stabdikiams

Ašių skaičiavimo davikliai SP naudojami atkabos išdėstymo SP kontrolei ir jos ašių poslinkio stabdikliuose modeliavimui. Neleistinos neteisingų ašių skaičiavimo situacijos, kurios susidaro dėl neteisingo jutiklio pastatymo ar nereguliuotos jutiklio signalo keitiklio plokštės. Atstumas tarp jutiklio pastatymo taško ir pradžios/galo stabdiklio įtvoro turi atitikti nustatytam projekte.

Svorio matuoklis turi parodyti visas šešias atkabos svorio kategorijų gradacijas atitinkamai su lentele arba per nuoseklų kanalą išduoti skaitmeninius ašies svorio parodymus tonomis. Parodymai su klaidingomis svorio kategorijomis yra neleistini. Skaitmeninių ašies svorio parodymų matavimo paklaida turi būti ne daugiau 10%.

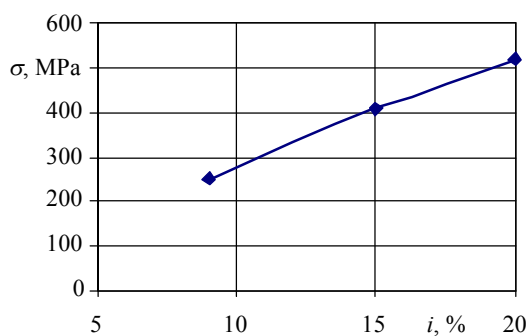
Vagonų skirstymo kalnelio konstrukcija ir stabdymo įrenginių išdėstymas turi aprūpinti reikiamą intervalą tarp apkabų atsižvelgiant į maksimalaus įėjimo į stabdiklius greičio apribojimus. Antroje lentelėje pateiksiu maksimalius įėjimo į stabdiklius greičio apribojimus pagal stabdiklių tipus.

2 lentelė. Maksimalūs įėjimo į stabdiklius greičio apribojimai pagal stabdiklius

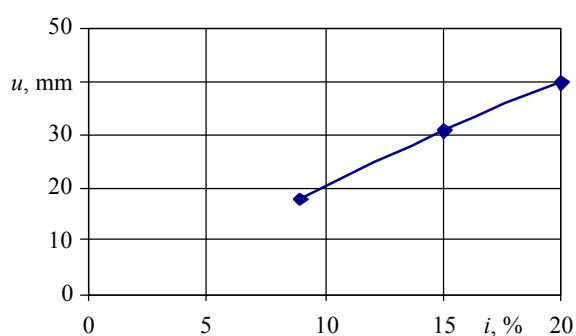
Stabdiklio tipas	Maksimalus įėjimo greitis m/s	Stabdiklio tipas	Maksimalus įėjimo greitis m/s
KB	7	KHJI	7
T-50	6	PH3-2	6,5

3. Aširačių įtempių, poslinkių ir deformacijos skaičiavimai

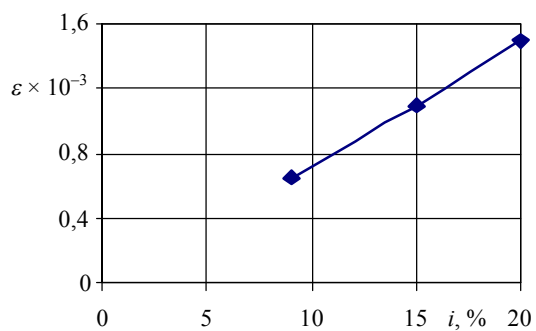
Pateiksiu grafikus, kuriuose matosi maksimalių įtempių, deformacijų ir poslinkių kitimai nuo kalnelio nuolydžio dydžio. (1, 2, 3 pav.)



1 pav. Aširačio įtempių σ priklausomybė nuo kalnelio nuolydžio i



2 pav. Aširačio poslinkių u priklausomybė nuo kalnelio nuolydžio i



3 pav. Aširačio deformacijų ε priklausomybė nuo kalnelio nuolydžio i

Išvados

Savo darbe pateikiau medžiagos apie stabdiklius, kurie naudojami JAV, kurie savo techniniu požiūriu pranoksta naudojamus Lietuvoje. Šie stabdikliai yra mažesni, todėl juos lengviau eksploatuoti, prižiūrėti, sugedus pakeisti. Pagrindinis jų pliusas yra kad vagonų stabdymas vyksta ratui užvažiuojant ant stūmoklio, taip mažiau yra deformuojamas aširatis. Jei vagono greitis yra mažesnis negu stabdiklio greičio nustatymas, stūmoklis nesiūlo jokio pasipriešinimo.

Aširačiai gaminami iš plieno AISI 1045. Šis plienas yra aprūpintas savybėmis, kokybe ir patikimumu, kurios yra būtinos kritiškoms situacijomis.

Atlikus skaičiavimus, siekiant nustatyti stabdiklių poveikį nuo kalnelio riedančių vagonų aširačiams įvertinant kalnelio nuolydį ir vagono svorį, gauta:

1. Esant 9% kalnelio nuolydžiui, lengvam (tuščiam) vagonui ir 4 t stabdiklio prispaudimo jėgai gaunami 239 MPa įtempiai, kurie neviršija medžiagos takumo ribos 530 MPa.
2. Esant 15% kalnelio nuolydžiui, vidutiniam (pusiau pakrautam) vagonui ir 7 t stabdiklio prispaudimo jėgai gaunami 416 MPa įtempiai, kurie neviršija medžiagos takumo ribos 530 MPa.
3. Esant 20% kalnelio nuolydžiui, pilnai pakrautam vagonui ir 9 t stabdiklio prispaudimo jėgai gaunami 535 MPa maksimalūs įtempiai, kurie viršija medžiagos takumo ribą 530 MPa. Esant tokiom sąlygom aširatis gali įtrūkti, įskilti arba deformuotis.

Literatūra

1. Ultra railway products. Railway / Railroad Products. Prieiga per internetą: <<http://www.dowties.com>> [žiūrėta 2009-09-27].
2. ОАО НИИАС Ростовский филиал. Prieiga per internetą: <<http://www.rfniias.ru>> [žiūrėta 2009-09-24].
3. AB „Lietuvos geležinkeliai“ internetinis puslapis. Prieiga per internetą: <<http://www.litrail.lt>> [žiūrėta 2009-10-05].
4. Ratstabdžių, specialiųjų šakių ir kitų darbo priemonių naudojimo stotyse instrukcija. – Vilnius, 2006.
5. **Модин Н. К.** Безопасность функционирования горочных устройств. Транспорт. – Москва, 1994.

ROBOTO VARIKLIO LAIKIKLIO 95744 RUOŠINIO ANALIZĖ

V. Ramaškaitė, A. Česnulevičius

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: ruošinys, kaltas ruošinys, šampuotas ruošinys.

1. Įvadas

Mašinų gamybos pramonė Lietuvoje yra palyginti gerai išvystyta. Nuo jos išvystymo lygio, pasiekiamo tikslumo, kokybės priklauso kitų pramonės šakų lygis. Lietuvoje beveik nėra stambių gamyklų, daugumoje tai vidutinės ar mažos įmonės, kuriose dirba iki kelių dešimčių darbuotojų. Vienų įmonių produkcija skirta vietinei rinkai, kitos yra bendros su užsienio firmomis arba užsienio firmų padaliniai.

Dalis įmonių persiorientavo naujai rinkai, sukūrė lanksčios gamybos barus. Tam panaudojamos programinės staklės, apdirbimo centrai, robotizuoti kompleksai. Ruošinių gamybai panaudojamas ruošinių pjovimas suslėgto vandens čiurkšlėmis, plazma, programinės perforavimo, lankstymo staklės. Produkcija lengvai keičiama, atnaujinama.

Įmonių produkcija tapo konkurentiška Europoje ir pasaulyje. Darbe pateikta roboto variklio laikiklio 95744 ruošinio analizė.

2. Gaminio paskirtis ir konstrukcijos aprašymas. Techninės sąlygos

Gaminys: roboto variklio laikiklis.

Prie vienos iš plokštumų tvirtinamas pramoninio roboto posūkio mechanizmo elektros variklis. Galine plokštuma laikiklis tvirtinamas prie korpuso.

Pramoninis robotas skirtas įvairių objektų perkėlimui ir orientavimui. Jis gali būti naudojamas įvairiose pramonės šakose.

3. Detalės medžiagos analizė

Detalės medžiaga – Švedijoje gaminamas anglinis bendrosios paskirties plienas SS2172-02.

Šis plienas naudojamas kniedytoms konstrukcijoms, varžtams, veržlėms, rankenėlėms, traukėms, įvorėms, pleištam, svirtims, atramoms,

1 lentelė. Medžiagos cheminė sudėtis, % [1]

Markė	C	Mn	P	S
			ne daugiau	
SS2172-02	0.24	0.60 ... 1.70	0.045	0.045

2 lentelė. Medžiagos mechaninės savybės

Markė	Būklė	Skerspjūvis, mm	σ_{yt}	σ_{ut}	δ	ψ	HB
			MPa		%		
			ne mažiau				
SS2172-02	ŠN	iki 100	355	510 ... 680	14	20	—

Pastaba: būklė „ŠN“ – šampuotas ruošinys po atkaitinimo ar normalizacijos.

pirštams, žvaigždutėms, flanšams ir kitoms panašioms detalėms, dirbančioms temperatūrų intervale nuo 0 iki +425°C [1.31].

Plieno SS2172 cheminė sudėtis parodyta 1 lentelėje, o mechaninės savybės – 2 lentelėje.

Plieno SS2172-02 / 355J2G3 technologinės savybės:

- suvirinamumas – ribotas. Suvirinama rankiniu elektrolankiniu ir automatiniu po fluso sluoksniu būdais. Rekomenduojamas pakaitinimas suvirinant;
- polinkis atleidimo trapumui – nežymus;
- jautrumas flokenams – nedidelis;
- apdirbamumas: $K_{v\text{ greit}} = 1.2$ ir $K_{v\text{ kietl}} = 1.2$ [1.35].

4. Konstrukcijos technologiškumo kokybinė analizė

Detalė – nedidelė korpusinė detalė.

Ruošinio gamybos požiūriu detalė – netechnologiška, nes:

- vienietinėje ir smulkiaserijinėje gamyboje ruošinys gaunamas iš lakšto, kurio storis $s = 60$ mm. Ruošinys pjaunamas plazminėmis pjovimo staklėmis arba suslėgto vandens čiurkšle. Gaunamas labai žemas medžiagos išnaudojimo koeficientas;
- ruošinio gamyba – brangi;
- detalė turi skirtingo storio elementus, todėl bus nevienodas temperatūrų keitimasis auštant, galimi įtrūkimai.

Nagrinėjame detalę mechaninio apdirbimo požiūriu:

- didžiausias tikslumas – 7 kokybės lygis;
- visus paviršius galima apdirbti standartiniais pjovimo įrankiais;
- prie daugumos apdirbamų paviršių įrankių privedimas – lengvas;
- detalės standumas didelis, todėl nuo užspaudimo ir pjovimo jėgų ji nebus deformuojama.

5. Konstrukcijos technologiškumo kiekybinė analizė

Pagrindiniai technologiškumo rodikliai [2, 3]: detalės paviršių unifikacijos koeficientas, medžiagos išnaudojimo koeficientas, tipinių technologinių procesų panaudojimo koeficientas, vidutinis detalės tikslumas ir tikslumo koeficientas, vidutinis detalės šiurkštumas ir šiurkštumo koeficientas.

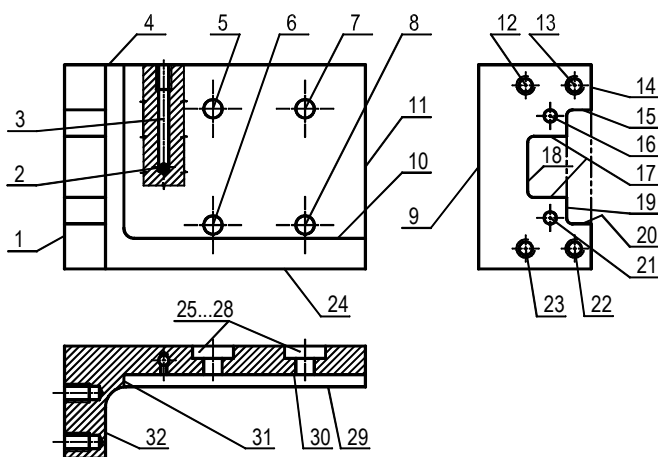
Paviršių žymėjimas pateiktas 1 pav. Elementų analizei sudaroma 3 lentelė.

Detalės paviršių unifikacijos koeficientas:

$$K_{ue} = \frac{Q_{ue}}{Q_e}; \quad (1)$$

čia: Q_{ue} – unifikuotų paviršių skaičius; Q_e – bendras elementų skaičius;

$$K_{ue} = \frac{26}{32} = 0.81.$$



1 pav. Roboto variklio 95744 laikiklio paviršių žymėjimas

3 lentelė. Apdirbamų paviršių analizės suvestinė

Paviršius	Q_{ue}	Q_e
Plokštumos	15	15
Fasoniniai išoriniai paviršiai (užapvalinimo spinduliai)	0	4
Grioveliai	0	2
Cilindrinės skylės	11	11
VISO:	26	32

Medžiagos išnaudojimo koeficientas:

$$K_m = \frac{m_d}{m_r}; \quad (2)$$

čia: m_d – detalės masė, kg; m_r – ruošinio masė, kg.

Tipinių technologinių procesų panaudojimo koeficientas:

$$K_{tp} = \frac{Q_{tp}}{Q_p} = \frac{5}{11} = 0.45; \quad (3)$$

čia: Q_{tp} – tipinių technologinių procesų skaičius (žr. 1 pav.: gilusis gręžimas cilindrinės kiaurymės 3 (M6 – 7H); griovelį (paviršiai 15, 20) apdirbimas, jie užapvalinti spinduliais R3 mm, galima frezuoti tik freza Ø6, kuri yra nestandi, yra mažas frezavimo našumas; paviršius 30, kurį galima apdirbti tik pirštine freza; cilindrinės kiaurymės gręžimas laiptuotu grąžtu (4×Ø20/Ø9); cilindrinės kiaurymės gręžimas (4×M8-7H); Q_p – bendras technologinių procesų skaičius.

Vidutinis detalės tikslumas T_{vid} ir tikslumo koeficientas K_t :

$$T_{vid} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i}; \quad (4)$$

ir

$$K_t = 1 - \frac{1}{T_{vid}}; \quad (5)$$

čia: T_i – apdirbamų paviršių tikslumas, kokybės; n_i – paviršių, turinčių T_i tikslumą, skaičius.

Skaičiavimus suvedame į 4 lentelę.

4 lentelė. Paviršių tikslumo analizės suvestinė

T_i	7	9*	14	VISO
n_i	2	1	29	33
$\sum T_i n_i$	14	9	406	429

* – skylė su sriegiu.

$$T_{vid} = \frac{429}{32} = 13.41 \quad \text{ir} \quad K_t = 1 - \frac{1}{13.41} = 0.92.$$

Vidutinis detalės šiurkštumas $\check{S}_{vid}$ ir šiurkštumo koeficientas K_s :

$$\check{S}_{vid} = \frac{\sum \check{S}_i n_i}{\sum n_i}; \quad (6)$$

ir

$$K_s = \frac{1}{\check{S}_{vid}}; \quad (7)$$

čia: $\check{S}_i$ – apdirbamų paviršių šiurkštumas pagal Ra, μm ; n_i – paviršių, kurių šiurkštumas yra $\check{S}_i$, skaičius.

Skaičiavimams sudarome 5 lentelę.

5 lentelė. Paviršių šiurkštumo analizės suvestinė

$\check{S}_i$ (Ra, μm)	2.5	6.3	VISO
n_i	4	28	32
$\Sigma \check{S}_i n_i$	10	176.4	186.4

$$\check{S}_{vid} = \frac{186.4}{32} = 5.8 \mu\text{m} \quad \text{ir} \quad K_s = \frac{1}{5.8} = 0.17 \mu\text{m}^{-1}.$$

6. Optimalaus ruošinio parinkimas

Buvo nagrinėti du ruošinio variantai: kaltas ir šampuotas. Detalės masė $m_d = 1.75 \text{ kg}$ [4].

Kalto ruošinio tikslumas ir užlaidos mechaniniam apdirbimui parinkti iš literatūros [5.166-169]. Ruošinio tikslumą ir techninius reikalavimus reglamentuoja GOST 7829-70.

Ruošinio masė:

$$m_r = \Sigma V_i \gamma; \quad (8)$$

čia: V_i – ruošinio elementarūs tūriai; γ – ruošinio medžiagos tankis (plieno tankis yra $7.8 \cdot 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$);

$$\Sigma V_i = 577\,500 \text{ mm}^3;$$

$$m_{r1} = 577\,500 \cdot 7.8 \cdot 10^{-6} = 4.53 \text{ kg}.$$

Medžiagos išnaudojimo koeficientas:

$$K_m = \frac{m_d}{m_{r1}} = \frac{1.75}{4.53} = 0.39. \quad (9)$$

Ruošinio charakteristika:

- medžiagos grupė: M1;
- tikslumas: normalus, GOST 7829-70;
- kalimo spinduliai: 5 mm;
- kalimo išoriniai nuolydžiai: 4°;
- kalimo vidiniai nuolydžiai: 5°;
- kietumas: HB 101...143.

Kalto ruošinio kaina [6]:

$$S_r = [(C_i / 1000) m_{r2} K_t K_s K_m K_{ma} K_g - (m_r - m_d) S_{atl}]; \quad (10)$$

čia: C_i – 1 t ruošinių bazinė kaina, įvertinant pirminio ruošinio, iš kurio kalama, pjovimą iš apvalaus strypo juostiniu pjūklų; koeficientai, priklausantys nuo [5.37-38]: $K_t = 1.0$ – tikslumo; $K_s = 0.84$ – sudėtingumo; $K_m = 1.0$ – medžiagos; $K_{ma} = 0.8$ – ruošinio masės; $K_g = 0.8$ – gamybos masto.

$$C_i = 4200 \text{ Lt/t};$$

$$S_r = [(4200 / 1000) \cdot 4.53 \cdot 1.0 \cdot 0.84 \cdot 1.0 \cdot 0.8 \cdot 0.8 - (4.53 - 1.75) \cdot 0.8] = 8.0 \text{ Lt}.$$

Štampuotas ruošinys gautas uždaramame štampe, panaudojant kalibravimo operaciją.

Ruošinio masę apskaičiuojame pagal (8) formulę:

$$\Sigma V_i = 313376 \text{ mm}^3;$$

$$m_{r2} = 313376 \cdot 7.8 \cdot 10^{-6} = 2.46 \text{ kg}.$$

Medžiagos išnaudojimo koeficientas:

$$K_m = \frac{m_d}{m_{r2}} = \frac{1.75}{2.46} = 0.71.$$

Paprastos figūros, į kurią telpa ruošinys (prizmės $153 \times 106 \times 61 \text{ mm}$), tūris $V_F = 989298 \text{ mm}^3$.

Deformacijos koeficientas:

$$C_F = \frac{\Sigma V_i}{V_F} = \frac{313376}{989298} = 0.32. \quad (11)$$

Ruošinio charakteristika:

- medžiagos grupė: M1;
- sudėtingumo grupė, kai $C_F = 0.32$: C3 [7.145];
- tikslumas: F14 klasės, LST EN102431-1;
- šlampavimo spinduliai: 3 mm;
- šlampavimo išoriniai nuolydžiai: $1^\circ 30'$;
- šlampavimo vidiniai nuolydžiai: 3° ;
- kietumas: HB 101...143.

Štampuoto ruošinio kaina pagal [6.37-38]:

$$K_t = 1.05; K_s = 0.84; K_m = 1.0; K_{ma} = 0.8; K_g = 0.8; C_i = 5800 \text{ Lt/t};$$

$$S_r = [(5800 / 1000) \cdot 2.46 \cdot 1.05 \cdot 0.84 \cdot 1.0 \cdot 0.8 \cdot 0.8 - (2.46 - 1.75) \cdot 0.8] = 7.49 \text{ Lt}.$$

Iš duomenų matome, kad:

- mažesnė ruošinio savikaina yra šampuojant uždaruose šampuose, panaudojant kalibravimo operaciją;
- geresnis medžiagos išnaudojimas yra šampuojant.

Skirtumas tarp metinių sąnaudų naudojant kaltą ir šampuotą ruošinius:

$$E_{m1} = (m_{r1} - m_{r2}) N = (4.53 - 2.46) \cdot 22\,000 = 45\,540 \text{ kg}; \quad (12)$$

$$E_{m2} = (S_{r1} - S_{r2}) N = (8.0 - 7.49) \cdot 22\,000 = 11\,220 \text{ Lt}. \quad (13)$$

čia $N = 22\,000$ vnt. – metinė gamybinė programa.

Priimamas ruošinys gautas šampuojant uždarame šampe, po to atliekant kalibravimo operaciją.

7. Išvados

1. Detalės konstrukcija nėra technologiška, kadangi:
 - a. turi eilę netechnologiškų paviršių mechaninio apdirbimo požiūriu;
 - b. sudėtinga ruošinio gamyba.
2. Nagrinėti du ruošinių variantai: kaltas ir šampuotas. Šampuotų ruošinių metinės medžiagų sąnaudos yra 29% mažesnės, o metinės partijos savikaina yra 3.3% pigesnė už kaltų ruošinių.

Literatūra

1. Марочник сталей и сплавов. Под ред. В. Г. Сорокина. – Москва: Машиностроение, 1989. – 640 с.
2. **Dragūnas B., Pilkauskas K.** ir kt. Inžinieriaus mechaniko žinynas. – Vilnius: Mokslas, 1988. – 526 p.
3. **Добрынев И. С.** Курсовое проектирование по предмету “Технология машиностроения”. – Москва: Машиностроение, 1985. – 184 с.
4. **Ramaškaitė V.** Roboto variklio laikiklio mechaninio apdirbimo technologijos projektavimas. KTU PI. Bakalauro baigiamasis darbas. – Panevėžys, 2009. – 62 p.
5. **Балабанов А. Н.** Краткий справочник технолога – машиностроителя. – Москва: Издательство стандартов, 1992. – 464 с.
6. **Горбачевич А. Ф., Шкред В. К.** Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высшая школа, 1983. – 256 с.
7. Справочник технолога – машиностроителя. Том 1. Под ред. А. Г. Косиловой. – Москва: Машиностроение, 1986. – 656 с.

MECHANINIŲ KOMPONENTŲ GAMYBOS KAŠTŲ PROGNOZAVIMO METODAI

R. Mandryka, A. Česnulevičius

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: gamybos kaštai, gamybos kaštų prognozavimas, dirbtiniai neuroniniai tinklai.

1. Įvadas

Gamybos kaštų nustatymas ankstyvose gamybos rengimo stadijose yra sudėtingas ir daugumos veiksnių įvertinimo reikalaujantis procesas. Netikslus detalės gamybos kaštų nustatymas gali turėti nepageidautinų padarinių ateityje: santykiuose su užsakovais taip pat gali atnešti nuostolių įmonei. Todėl šiame darbe bus siekiama sukurti kaštų prognozavimo metodiką, kuri palengvintų ir supaprastintų šio uždavinio sprendimą.

Pagrindinis atliekamo tyrimo tikslas: sukurti ir ištirti įvairių mechaninių komponentų gamybos kaštų prognozavimo matematinį modelį.

Šiame straipsnyje apžvelgsime gamybos kaštus bei įvairius jų nustatymo metodus, aptarsime pagrindinius parametrus, turinčius įtakos kaštų susidarymui. Taip pat šiame straipsnyje yra aptariama galimybė panaudoti dirbtinio intelekto metodus, o konkrečiai – dirbtinius neuro tinklus, gamybos kaštų prognozavimui.

2. Gamybos kaštai

Gamybos kaštai apibrėžiami kaip įmonės piniginės išlaidos, būtinos visiems gamybos veiksniams apmokėti už teikiamas paslaugas ar pagamintas prekes. Verslo įmonėse pinigai išleidžiami apmokėti mokesčiams, išmokėti palūkanoms, pirkti įrenginiams, grąžinti skoloms, įsigyti žaliavoms, kuriai, darbo užmokesčiui ir kitiems tikslams [1].

Priklausomai nuo įmonės tikslų, susidariusios situacijos ir veiklos strategijos, galimi kaštų skirstymo požymiai pagal:

- ryšį su gamybos technologiniu procesu – pagrindiniai ir pridėtiniai kaštai;
- skaidymą į produkcijos ar kito skaičiuojamojo objekto savikainą – tiesioginiai ir netiesioginiai kaštai;
- svarbą gamybos procese - gamybiniai ir negamybiniai kaštai;
- santykį su gamybos apimtimi – pastovieji ir kintamieji kaštai;

- planavimo pobūdį – planuojamieji ir neplanuojamieji kaštai;
- kalendorinius laikotarpius – atskaitinio laikotarpio ir būsimųjų laikotarpių kaštai;
- kaštų rūšis – medžiagų (tiesioginiai ir netiesioginiai), darbo (tiesioginiai ir netiesioginiai) ir bendrieji ūkiniai kaštai;
- tikslų siekimo trukmę – ilgalaikiai ir trumpalaikiai kaštai;
- kaštų išvengimo galimybes – išvengiamieji ir neišvengiamieji kaštai;
- kontroliavimo galimybę-kontroliuojamieji (valdomieji) ir nekontroliuojamieji (nevaldomieji) kaštai;
- susidarymo vietą – gamybos padalinių, aptarnaujančiųjų padalinių ir administracinių kaštai;
- pagal įmonės veiklos rūšis – pagrindinės gamybos, pagalbinės gamybos, materialinio aprūpinimo, marketingo, valdymo ir kiti kaštai.

Kaštai gali būti skirstomi pagal įvairius požymius. Kiekviena įmonė, priklausomai nuo veiklos pobūdžio, šiuos požymius pasirenka savo nuožiūra. Skirstymo pobūdis dažniausiai priklauso nuo vadybininkui reikalingos informacijos tam tikriems sprendimams priimti bei tikslams pasiekti. Bet kokių atveju vertinant kaštus reikia atsižvelgti į veiksnius, kurie turi didžiausią įtaką kaštams [1].

3. Gamybos kaštų prognozavimo metodikos

3.1. Kaštų prognozavimas įvertinant mašininį laiką ir medžiagos kainą

Šis metodas yra vienas iš populiariausių šiandieninėse metalo apdirbimo įmonėse naudojamų metodikų. Skaičiuojant šiuo būdu reikia įvertinti mašininį laiką, reikalingą detalei pagaminti. Skaičiuojamas kiekvieno paviršiaus apdirbimo laikas atskirai, t.y. frezavimas, atpjovimas, gręžimas, tekinimas ir kt. Tuomet visi laikai sudedami, padauginami iš valandinio įkainio. Valandinį staklių įkainį sudaro: a) darbininko atlyginimas; b) įrankių kaina; c) staklių susidėvėjimas; d) elektros energija reikalinga staklėms; e) jei reikia, tai papildomos technologinės įrangos konstravimas.

Sekančiame etape apskaičiuojama koks kiekis medžiagos bus reikalingas detaliai pagaminti. Šios dvi sumos sudedamos ir gaunama prognozinė kaina, už kurią galima gaminti detalę. Šis būdas yra vienas iš populiariausių prognozavimo būdų [2].

$$K_{\Sigma} = I_{ML} + I_{MK}; \quad (1)$$

čia: K_{Σ} – detalės kaina; I_{ML} – operacijų kainos; I_{MK} – medžiagos kaina.

Operacijų kainą sudaro: darbininko atlyginimas, įrankių kaina, staklių susidėvėjimas, elektros energija reikalinga staklėms ir kiekvienos operacijos, sugaištos detalės gamybai kaštai.

3.2. Kaštų prognozavimas įvertinant detalės sudėtingumą ir medžiagos kainą

Šis kainos prognozavimo būdas yra naudojamas rečiau. Pagrindinė to priežastis – metodas nėra pakankamai tikslus. Šiuo būdu detalės kainą galima paskaičiuoti per kelias minutes. Detalės kainą yra skaičiuojama pagal detalės sudėtingumą. Yra koeficientai kuriais nusakomas detalės sudėtingumas, pvz. paprasta detalė, tai koeficientas – 1.2, truputį sudėtingesnė – 1.3 ir t.t. koeficientas maksimalus gali būti – 2. Tuomet paskaičiuojame detalės svorį (jau pagamintos) ir padauginame jį iš koeficiento. Įvertiname medžiagos kainą, reikalinga tai detaliai pagaminti, ir sudedame su prieš tai gauta suma. Galutiniam rezultate yra gaunama prognozinė kaina, už kurią galima gaminti detalę, ar gaminį. Šiuo būdu skaičiuoti patartina tik tuo atveju, jeigu turite didelę gamybinę patirtį.[2]

$$K_{\Sigma} = I_{DK} + I_{MK}; \quad (2)$$

čia: K_{Σ} – detalės kaina; I_{DK} – detalės sudėtingumą įvertinantis koeficientas; I_{MK} – medžiagos kaina.

3.3. Kaštų prognozavimas įvertinant pagaminimo laikotarpį

Trečiasis būdas, kuris yra vadinamas procesinė savikainos apskaičiavimo sistema. Įmonėms, dideliais kiekiais gaminančioms vienuose prekes arba produkciją, kurios gamybos procesas nenutrūksta, tikslingiau išlaidas apskaičiuoti per tam tikrą laikotarpį, negu stengtis nedelsiant jas priskirti konkrečiai prekei. Todėl tokiose įmonėse, (tekstilės, chemijos pramonės, mašinų gamybos ir kt.) taikoma procesinė savikainos skaičiavimo sistema. Pagrindinis jos bruožas tas, kad gaminių savikaina konkrečiuose gamybos padaliniuose skaičiuojama per tam tikrą laikotarpį (mėnesį, ketvirtį):

$$G_S = I_T + I_{NT} + I_{MK}; \quad (3)$$

čia: G_S – detalės savikaina; I_T – tiesioginės gamybos išlaidos; I_{NT} – netiesioginės gamybos išlaidos; I_{MK} – medžiagos kaina.

Panaudojus (3) formulę galime apskaičiuoti gaminio savikainą, tačiau tai bus tik suma kuri reikalinga detalei pagaminti. Norint sužinoti gaminio kaštus nuo gamintojo iki vartotojo, reikia naudotis formule (4). Taip apskaičiuojama bendroji gaminio savikaina:

$$K_{\Sigma} = G_S + I_{PS} + I_{BA} + I_{FI}; \quad (4)$$

čia: K_{Σ} – detalės kaina; I_{PS} – pardavimo sąnaudos; I_{BA} – bendros ir administracinės sąnaudos; I_{FI} – finansinės ir investicinės sąnaudos.

3.4. Kaštų prognozavimo metodų palyginimas

Atlikus šiame skyriuje pateiktų kaštų prognozavimo metodų analizę, buvo pastebėta, kad kiekvienas metodas pasižymi tam tikrais privalumais bei trūkumais. Šių metodų palyginimo rezultatai pateikti 1 lentelėje.

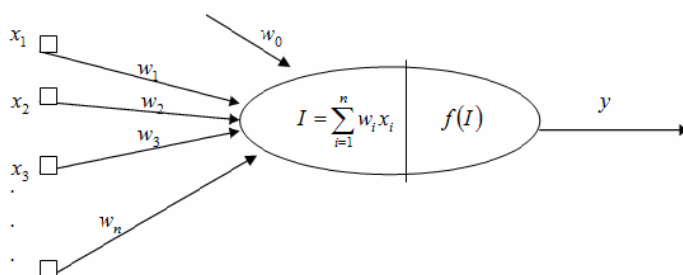
1 lentelė. Kaštų prognozavimo metodų privalumai ir trūkumai

Metodas	Privalumai	Trūkumai
Kaštų prognozavimas įvertinant mašininį laiką ir medžiagos kainą.	Šis metodas yra tikslus.	Užtrunka daug laiko, kad teisingai apskaičiuotume gamybos kaštus
Kaštų prognozavimas įvertinant detalės sudėtingumą ir medžiagos kainą.	Greitas gamybos kaštų įvertinimas.	Reikalinga didelė darbuotojo technologinė patirtis.
Kaštų prognozavimas įvertinant pagaminimo laikotarpį.	Šis metodas yra tikslus.	Jį galima taikyti tik tuo atveju, jeigu klientas nepageidauja išgirsti gamybos kaštų, prieš pradedant gaminti detalę.

4. Kaštų prognozavimas panaudojant dirbtinius neuro tinklus

4.1. Dirbtiniai neuro tinklai

Dirbtiniai neuroniniai tinklai (DNT) apibrėžiami kaip dirbtinio intelekto sistemos, sukurtos siekiant imituoti žmogaus smegenų biologinės nervų sistemos veiklą: mokymąsi, mąstymą, informacijos saugojimą, atgaminimą ir atpažinimą. DNT sudaromi iš daugelio tarpusavyje sujungtų paprastų skaičiavimo elementų, kurie tarpusavyje sujungti skirtingo stiprumo jungtimis (sinapsėmis). Mokymosi metu smegenyse keičiasi jungčių, siejančių neuronus, stiprumas. Toks jungčių stiprumo kitimas būdingas ir DNT. DNT mokytį naudojami duomenų pavyzdžiai. Mokymo metu, duomenims veikiant dirbtinį neuroninį tinklą, specialiais algoritmais iteratyviai keičiami jungčių



1 pav. Dirbtinis neuronas

stiprumo koeficientai, vadinami svoriais. Neuronų svoriai gali būti ir neigiami. Neigiamas svoris reiškia, jog jungtis turi slopinamąjį, bet ne žadinamąjį efektą. Slopinančiųjų jungčių yra ir biologinėse sistemose. Pagrindinis neuroninio tinklo elementas yra dirbtinis neuronas. Dažniausiai naudojama dirbtinio neuronų schema pavaizduota 1 pav., kuriame $x_1, \dots, x_n$ žymi neuronų įėjimo signalus; atitinkami svoriai pažymėti $w_1, \dots, w_n$; w_0 – slenksčio vertė; Σ – svorinė įėjimo signalų suma; $f(I)$ – perdavimo funkcija; y – neuronų išėjimo signalas.

DNT metodas turi tokius privalumus [2, 3, 4]:

1. Universalumas sprendžiant mokslo problemas. Neuroniniais tinklais gali būti modeliuojamos ypač sudėtingos netiesinės funkcijos. Anksčiau taikytas matematinis modeliavimas tiesinių ir netiesinių funkcijų pagrindu. Tokie modeliai plačiai taikomi įvairiems optimizavimo uždaviniams spręsti, tačiau juos įgyvendinti praktiškai sudėtinga.
2. Paprastas naudojimas praktinėje veikloje. Šiuo atveju skaičiavimo procesas yra visiškai algoritmizuojamas. Vartotojas turi žinoti, kaip surinkti ir parengti duomenis, taip pat kaip interpretuoti gautus rezultatus. Taip pat neuronų tinklų metodas naudojamas automatizuoto proceso planavime [5], bei detalių geometrijos atpažinimui [6]. Taikant DNT metodą reikalingų žinių apimtis gerokai mažesnė negu taikant tradicinius matematinės statistikos ar kitus metodus. Be to, DNT galima nuolat tobulinti, įvedant naujausius praktinės veiklos duomenis.

4.2. Dirbtinių neuro tinklų panaudojimas kaštų prognozavimui

Kuriant neuro tinklų modelį, yra reikalingi tam tikri pradiniai duomenys, kurie dar kitaip vadinami įėjimo signalais. Būdent šių įėjimo signalų identifikavimas ir buvo pradinis atliekamų tyrimų uždavinys. Išanalizavus statistinius duomenis (įvairių tipų detalių gamybos kaštų priklausomybę nuo detalės kokybinių ir kiekybinių parametrų), buvo suformuluotas įėjimo signalų rinkinys. Iš viso pasirinkome septynis parametrus: ruošinio tipas, detalės masė, ruošinio masė, tiksliausias kvalitetas, apdirbamų paviršių kiekis, mažiausia šiurkštumo reikšmė pagal Ra, medžiagos 1 kilogramo kaina.

Ruošinių tipai yra trys: a) iš metalo lakšto; b) iš juostos; c) iš cilindro formos. Šis ruošinių klasifikavimas pasirinktas kadangi, iš šių tipų dažniausiai gaminamos detalės. Tiksliausias kvalitetas – tai didžiausias matmenų tikslumas, kuris reikalingas detalės gamyboje. Jis įvertinamas dėl to, jog galimas papildomas paviršiaus, skylės, ar kito paviršiaus apdirbimas. Šis faktorius tai pat įtakoja gamybos kaštus.

Apdirbamų paviršių kiekis – tai skaičius paviršių, kuriuos reikia apdirbti, kad būtų pagaminta detalė. Neužtenka suskaičiuoti tik tiksliausių paviršių, nes gali būti neteisingai įvertinti gamybos kaštai.

Mažiausia paviršiaus šiurkštumo reikšmė pagal R_a – šis rodiklis parodo ar reikės papildomo apdirbimo detalės paviršiui, ar reikalingas papildomas paviršiaus šlifavimas, poliravimas, kuris taip pat turi didelę įtaką kaštų prognozavime.

5. Išvados

1. Atliktas įvairių gamybos kaštų prognozavimo metodų palyginimas. Nustatyta, kad „kaštų prognozavimas įvertinant mašininį laiką ir medžiagos kainą“ yra tiksliausias ir labiausiai paplitęs šiandieninėje įmonių gamyboje. Taip pat nustatyta, kad „kaštų prognozavimas įvertinant detalės sudėtingumą ir medžiagos kainą“ yra greičiausias, tačiau, kad šis metodas būtų taikomas yra reikalinga didelė darbuotojo technologinė patirtis.
2. Buvo atlikta įvairių tipų detalių gamybos kaštų skaičiavimo rezultatų statistinė analizė. Atlikti tyrimai leido sudaryti sąrašą parametrų, turinčių didžiausią įtaką kaštų susidarymui. Šie parametrai yra: ruošinio tipas, detalės masė, ruošinio masė, tiksliausias kokybės lygis, apdirbamų paviršių kiekis, mažiausia šiurkštumo reikšmė pagal R_a , medžiagos 1 kilogramo kaina.

Literatūra

1. **Andrijauskienė E.** Įmonių ekonomika. – Vilnius, 2004. – 212 p.
2. **Mcnelis P. D.** Neural networks in finance: gaiging predictive egde in the market. Britain: Elsevier Academic Press Finance Series, 2005. – 261 p.
3. **Apanavičienė R., Juodis A.** Statybos projektų išlaidų kitimo prognozės modeliavimas taikant dirbtinius neuroninius tinklus. Journal of Civil Engineering and Management. Vol 8, No 2, 2002. 81–90 p.
4. **Dzemyda G., Kurasova O.** Dirbtinių neuroninių tinklų taikymas bendrojo lavinimo mokykloms palyginti. – Vilnius: VŠĮ „Vilniaus universiteto leidykla“, 2002. Prieiga per internetą: <http://209.85.135.132/search?q=cache:ctcQxx9m_K0J:leidykla.vgtu.lt/new/get.php%3Ff.1205+Dirbtini%C5%B3+neuronini%C5%B3+tinkl%C5%B3+taikymas+bendrojo+lavinimo+mokykloms&cd=1&hl=lt&ct=clnk&gl=lt> [žiūrėta 2009-11-08].
5. **Ming X. G., Mak K. L., Yan J. Q., Ma D. Z. and Zhang H. Q.** A hybrid expert – neural – based function model for CAPP. – Computer integrated manufacturing. Vol. 10, No 1–4, 1997. 105–116 p.
6. **Chen Y. H. and Lee H. M.** A neural network system for two-dimensional feature recognition. – Computer integrated manufacturing. Vol. 11, No 2, 1998. 111–117 p.

TEKINAMŲ DETALIŲ APDIRBIMO SAVIKAINOS PROGNOZAVIMAS

A. Adomavičius, D. Garuckas

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: tekinamų detalių apdirbimas, techniniai-ekonominiai rodikliai, savikainos skaičiavimas.

1. Įvadas

Darbo našumas yra svarbus visos valstybės ūkio ir atskirai kiekvienos pramonės šakos bei gamyklos išsivystymo rodiklis. Didinant darbo našumą, mažinama produkcijos savikaina ir darbo sąnaudos [1].

Šiuo metu darbo našumas keliamas diegiant į gamybą mokslo atradimus, naują techniką bei technologiją, kompleksiskai mechanizuojant ir automatizuojant gamybinius procesus, modernizuojant ir kuriant naujus įrengimus, specializuojant gamyklas, tobulinant darbo organizavimą ir mažinant darbo laiko nuostolius.

Projektuojamas technologinis procesas visų pirma turi atitikti gaminiui keliamus tikslumo ir kokybės reikalavimus; be to, turi būti ekonomiškiausias, t.y. reikalaujantis mažiausiai išlaidų.

Mažinti detalės savikainą yra vienas svarbiausių uždavinių. Norint jį išspręsti, pirmiausia reikia sumažinti pagrindinius savikainos komponentus – išlaidas medžiagai ir darbo užmokesčiui.

Darbo tikslas: apžvelgti literatūrą detalių apdirbimo savikainos skaičiavimui bei išsiaiškinti faktorius ir jų įtaką apdirbimo savikainai.

2. Technologinio proceso ekonominiai rodikliai

Prieš kalbant apie objektyvią technologinių procesų ekonominę analizę, reikia nuspręsti, kokiais techniniais-ekonominiais rodikliais reikės vadovautis. Technologinių operacijų ekonomiškumui palyginti naudotini šie techniniai-ekonominiai rodikliai [1]:

- 1) pagrindinis laikas T_p arba mašininis laikas T_m ;
- 2) vienetinis laikas T_v ;
- 3) mašininio ir vienetinio laikų santykis;
- 4) darbo imlumas T ;
- 5) darbo užmokestis (atlyginimas už darbą);

6) savikaina S .

Pirmieji penki techniniai-ekonominiai rodikliai tarnauja greitai ir apytikrei analizei, bet neapima visų faktorių, kurie turi įtakos operacijos atlikimo eigai. Paskutinis rodiklis, operacijos savikaina, padeda įvertinti visus pagrindinius faktorius, turinčius įtakos operacijos atlikimo eigai, ir įvertinančius ne tik gyvą darbą, bet ir darbą, kuris įdedamas, gaminant medžiagas ir gamybos priemones.

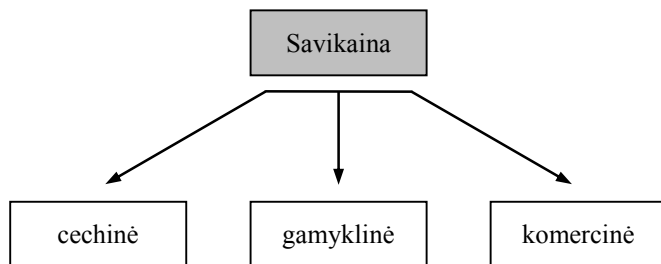
3. Gaminio savikaina ir jos rūšys

Gaminio pagaminimo gamybinių išlaidų piniginę išraišką vadiname savikaina [1]. Ji susideda iš išlaidų medžiagoms M (pagrindinėms ir pagalbinėms), pagrindinių darbininkų darbo užmokesčio U ir vadinamųjų papildomų cecho bei gamyklos išlaidų P , kurios padaromos gamybinio proceso metu. Sutrumpintai savikainą galima išreikšti šia suma:

$$S = M + U + P. \quad (1)$$

Savikainų yra keletas rūšių (1 pav.):

- a) *cechinė savikaina*; ji susideda iš vienam gaminiui tenkančių išlaidų medžiagoms, pagrindinių darbininkų atlyginimo ir papildomų cecho išlaidų (įrengimams ir patalpoms išlaikyti bei amortizuoti, pagalbiniam darbininkams ir cecho administracijai išlaikyti, energijai ir kt.);
- b) *gamyklinė savikaina*; ji gaunama, prie cechinės savikainos pridėjus bendrąsias gamyklos išlaidas (gamyklos administracijai, transportui, tiekimui ir kt.);
- c) *komercinė savikaina*; ji gaunama, prie gamyklinės savikainos pridėjus gaminio realizavimo išlaidas.



1 pav. Savikainos rūšys

4. Mašininio laiko trumpinimas

Pagrindinis visų organizacinių priemonių tikslas yra gerai išnaudoti turimą laiko fondą – ir darbininko, ir staklių. Svarbu ne tik išvengti

nenaudingų prastovų, bet ir tuo pačiu laiku atlikti daugiau darbo, neapsunkinant darbininko.

Detalės savikainą galime mažinti:

- trumpindami pagrindinį (mašininį) laiką;
- trumpindami pagalbinį ir paruošiamąjį-baigiamąjį laiką;
- taikydami kompleksinę darbo našumo didinimo priemonę – technologinių procesų automatizavimą.

Straipsnyje yra nagrinėjamas pagrindinis techninis laiko normos T_m (mašininio laiko) apskaičiavimas, naudojant keturias mašininio laiko nustatymo metodikas:

- 1) pagal nupjaunamos medžiagos tūrį V ;
- 2) pagal suminį apdirbamo paviršiaus plotą S ;
- 3) panaudojant apytiksles mašininio laiko formules;
- 4) pagal tikslų pjovimo režimų skaičiavimą.

Pirmuoju atveju, kuomet skaičiuojame mašininį laiką T_m pagal tūrį V , taikysime šią formulę [2]:

$$T_m = k V; \quad (2)$$

čia: k – ryšio koeficientas; V – pjaunamo paviršiaus tūris, m^3 .

Antruoju atveju T_m skaičiuojame pagal nuimamą plotą S . Tuomet taikysime šią formulę [2]:

$$T_m = k_2 S; \quad (3)$$

čia: k_2 – ryšio koeficientas; S – pjaunamo paviršiaus plotas, m^2 .

Trečiuoju atveju T_m skaičiuojame pagal apytiksles mašinio laiko formules (rupiam ir glotniam apdorojimui). **Rūpijamam** apdorojimui pagal 11-ą kвалitetą taikome šią formulę [3]:

$$T_m = 0,1 \cdot 10^{-3} d l, \text{ min}; \quad (4)$$

čia: d – ruošinio skersmuo, mm; l – ruošinio ilgis, mm.

Glotnaus apdorojimo pagal 9-ą kвалitetą mašininis laikas randamas iš formulės [3]:

$$T_m = 0,17 \cdot 10^{-3} d l, \text{ min}. \quad (5)$$

Paskutiniu atveju nustatant T_m naudosime šią formulę:

$$T_m = \frac{L_{de}}{s_0 n}; \quad (6)$$

čia: L_{de} – įrankio darbinė eiga, mm; s_0 – pastūma, mm; n – apsisukimų skaičius per minutę.

Apsisukimų skaičių n paskaičiuosime iš šios formulės:

$$n = \frac{1000 v}{\pi D}; \quad (7)$$

čia: v – pjovimo greitis, m/min; D – ruošinio skersmuo, mm.

Pjovimo greitį v surasime iš sekančios formulės [4]:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v; \quad (8)$$

čia: T – vidutinė peilio patvarumas, min; K_v – koeficientas, įvertinantis apdirbamosios medžiagos įtaką pjovimo greičiui; t – pjovimo gylis, mm; s – pastuma, mm; C_v – konstanta; x, y ir m – empiriniai koeficientai.

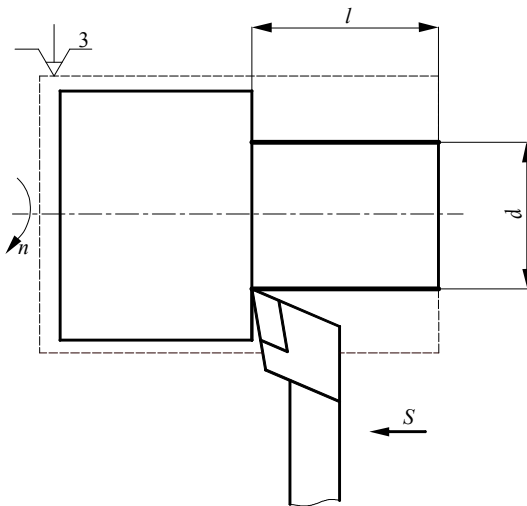
5. Tyrimo metodika ir rezultatai

Mano tiriamojo darbo objektas – pagrindinis techninis laiko normos T_m (mašininio laiko) apskaičiavimas. Atlikti detalės išorinio paviršiaus tekinimo tyrimai (2 pav.), kai ruošinys – valcuotas strypas (plienas 45). Tekinimo peilis su kietlydinio plokštele.

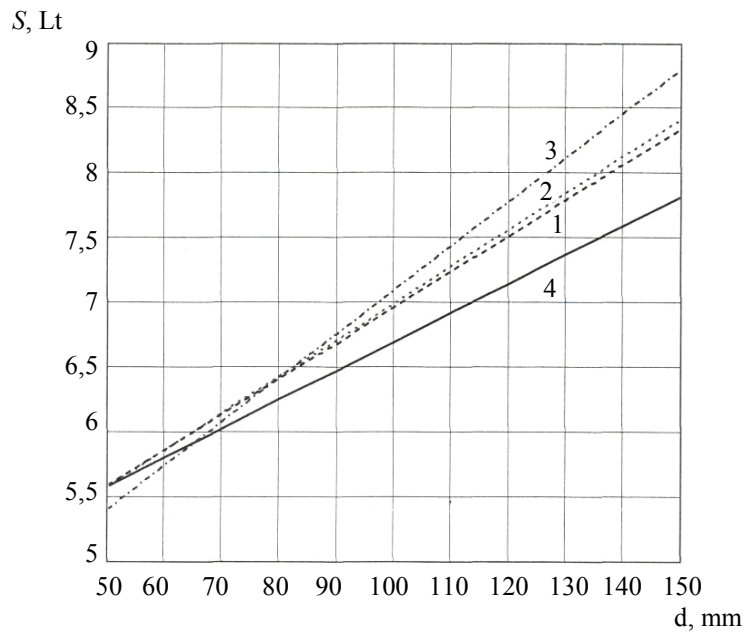
Mašininio laiko priklausomybės tiriamajam strypui buvo parinktos kai:

- 1) strypo paviršiaus ilgio ribų kitimas – $l = 50 \dots 150$ mm;
- 2) strypo ruošinio skersmens ribų kitimas – $d = 50 \dots 150$ mm.

Savikainos S priklausomybė nuo strypo skersmens d grafiškai atvaizduota 3 pav. [5].



2 pav. Valcuoto strypo aptekinimo schema



3 pav. Savikainos S priklausomybė nuo strypo skersmens d

6. Išvados

1. Tekinamos detalės savikainai didžiausią įtaką daro mašininis laikas T_m .
2. Norint sparčiai ir tiksliai nustatyti savikainą, reikia papildomo T_m tyrimo.

Literatūra

1. **Kumpikas L.** Mašinų gamybos technologijos pagrindai. – Vilnius, 1978. – 300 p.
2. **Bargelis A.** Gamybos plėtros strategija. – Kaunas: Technologija, 2002. – 227 p.
3. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Под. ред. А. Ф. Горбачевича. – Минск: Высшая школа, 1983. – 287 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. Под. ред. А. Г. Косиловой, П. К. Мещерякова. Том 2. – Москва, 1986. – 496 с.
5. **Atkočius E.** Mechaninio apdirbimo operacijų techninio normavimo metodų tyrimas ir taikymas. Magistro baigiamasis darbas. – Panevėžys, 2006. – 41 p.

TEKINIMO REŽIMŲ NUSTATYMAS UŽSIENIO FIRMŲ PEILIAMS

D. Zakarauskas, A. Bražėnas

Kauno technologijos universiteto Panevėžio Institutas

Raktiniai žodžiai: tekinimo peiliai, pjovimo režimai, užsienio firmų kietlydiniai.

1. Įvadas

Vienas iš pagrindinių uždavinių mechaninio apdirbimo procese yra optimalaus patvarumo periodo T ir pjovimo greičio v parinkimas.

Užsienio kataloguose kietlydinio plokštelėms duoti pjovimo režimai, kai patvarumo periodas lygus 15 min [1]. Tas gal ir tenkina įmones, gaminančias įrankius, bet netenkina vartotojų. Jokių kitokių koeficientų apdirbant kitais režimais negu nurodytais lentelėse nepateikta, t.y. laipsnio rodiklio m , x_v ir y_v atitinkamai priklausančių nuo parinkto pjovimo gylio ir pastūmos nėra. Tai apsunkina racionalaus patvarumo periodo T ir pjovimo greičio v nustatymui. Todėl darbo uždavinys yra apskaičiuoti leistiną greitį, atsižvelgiant į minėtus faktorius. Leistinas pjovimo greitis:

$$v_{sk} = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} s^{y_v}} K_v; \quad (1)$$

čia: t – pjovimo gylis; s – pastūma; C_v , x_v , y_v – koeficientas ir pastovūs laipsnio rodikliai, priklausantys nuo apdirbamos ir įrankinės medžiagos savybių ir apdirbimo sąlygų; T – įrankio patvarumas; m – santykinio patvarumo rodiklis; K_v – pataisos koeficientas, priklausantis nuo apdirbamos medžiagos, pjovimo kampų γ , α , α' , λ , φ , φ' , peilio suapvalinimo spindulio r ir kitų pjovimo parametrų [2, 4].

2. Pjovimo greičio v_{sk} nustatymas priklausomai nuo jų patvarumo periodo T ir apdirbamos medžiagos kietumo HB

Pjovimo greičiui parinkti, priklausomai nuo patvarumo periodo T , kataloge CoroKey pateikta šios rekomendacijos. Rekomenduojamas plokštelės patvarumo periodas $T_1 = 15$ min, kuris atitinka greičio koeficientą $K_{Tv} = 1$ ir $K_{Tv} = 0,7$, kai $T_2 = 60$ min [1]. Pateiktos koeficiento K_{Tv} reikšmės atitinka laipsnio rodiklį $m = 0,257$. Tuomet:

$$m = \frac{\lg v_1 - \lg v_2}{\lg T_2 - \lg T_1} = \frac{\lg 1 - \lg 0,7}{\lg 60 - \lg 15} = 0,257. \quad (2)$$

Iš (1) formulės matyti, kad esant pasirinktoms pjovimo sąlygoms, kai $K_v = 1$ ir $T = 15$ min, $t = t_l$ ir $s = s_l$ koeficientas $C_v = v_l(t_l, s_l, v_l)$ yra pjovimo gylio, pastūmos ir pjovimo greičio reikšmės pasirinktoms daugiabriaunėms keičiamoms plokštelėms (DKP) rekomenduotinam kietlydiniui, nustatytos iš lentelių) [1].

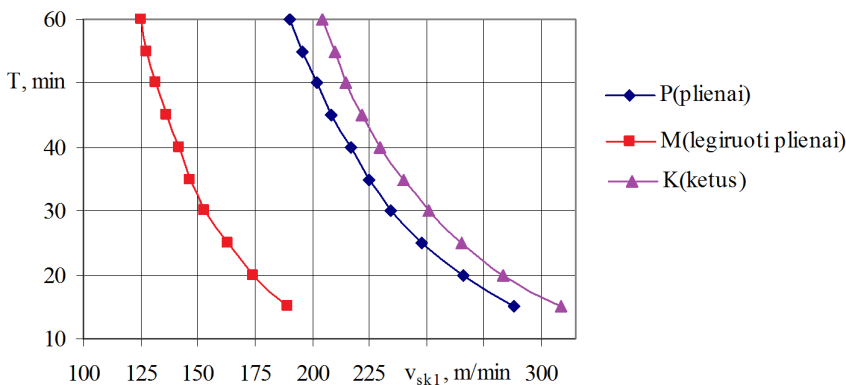
Rekomenduotinas greitis v_c pasirinktai plokštei pateikiamas pagal apdirbamos medžiagos kodą, pjovimo gylį $a_p(t)$ mm, pastūmą $f_n(s)$ mm/aps, įvertinus apdirbamos medžiagos koeficientą K_{Mv} ir patvarumo periodo koeficientą K_{Tv} pjovimo greitis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$v_{sk1} = v_{lmax} K_{Tv} K_{Mv}, \quad (3)$$

čia v_{lmax} – parenkamas iš lentelės pagal kietlydinio markę, plokštelės tipą ir geometriją, esant $t_{lmin}(a_{pmin})$ ir $s_{lmin}(f_{nmin})$. Didžiausias greitis v_{lmax} priklauso ir nuo apdirbimo sąlygų (lengvos, vidutinės ir sunkios).

1 lentelė. Pjovimo greičio v_{sk1} priklausomybė nuo patvarumo periodo T [1]

Patvarumo periodas T , min →			15	25	35	45	60
Pataisos koeficientas $K_{Tv} = (15 / T)^m$ →			1,0	0,86	0,78	0,72	0,70
Apdirbama medžiaga	$v_{l\ max}$, m/min	K_{Mv}	↓ Pjovimo greitis $v_{sk\ 1} = v_{l\ max}\ K_{Tv}\ K_{Mv}$, m/min ↓				
P (plienai)	375	0,77	289	248	225	208	202
M (legiruoti plienai)	225	0,84	189	163	147	136	132
K (ketus)	325	0,95	309	266	241	222	216
N (alium. lydiniai)	2000	1,00	2000	1720	1560	1440	1400



1 pav. Pjovimo greičio v_{sk1} priklausomybė nuo patvarumo periodo T , kai pjaunama kietlydinio medžiagos DKP su atsparia dilimui danga

Taip pat buvo parinktos neigiamo kampo plokštelės, kurios geriau tinka kietesnėms medžiagoms ir ketui apdirbti. Skaičiavimai atlikti imant vidutines apdirbimo sąlygas.

Pagal lentelės duomenis gauname grafikus, parodytus 1 pav. Kadangi aliuminio greičiai labai išsiskiria, tai 1 pav. šio grafiko nebraižau.

Iš (1) priklausomybės matyti, kad v_{sk} didėjant pjovimo gyliui t ir pastūmai s mažėja. Šių parametrų įtakai įvertinti naudojamos funkcijos $f_1(t)$ ir $f_2(s)$.

3. Grafikų $f_1(t)$ ir $f_2(s)$ sudarymas

Tyrimo metu buvo analizuojamos apdirbamos medžiagos – konstrukcinis plienas ir ketus, peilio pjaunančioji medžiaga plienui – kietlydinis, kurio plokštelės tipas GC 4205, ketui apdirbti kietlydinis, plokštelės tipas GC 3205. Skaičiuojant pjovimo režimus pasirinktas t lyginamas su mažiausia pjovimo gylio reikšme, pateikta lentelėje [1]. Todėl į $f_1(t)$ vietoj t įrašomas parametras t / t_{lmin} . Analogiškai nustatant pastūmos s įtaką pjovimo greičiui pasirinkta s reikšmė lyginama su mažiausia pastūmos reikšme s_{lmin} , pateikta minėtoje lentelėje. Todėl į funkciją $f_2(s)$ vietoj s įrašomas parametras s / s_{lmin} .

2 lentelė. Grafikų $f_1(t)$ ir $f_2(s)$ sudarymas

$t, \text{ mm}$	$s, \text{ mm/aps}$	Laipsnio rodikliai		Funkcijos		$t_{l \text{ min}}, \text{ mm}$	$s_{l \text{ min}}, \text{ mm/aps}$
		x_v	y_v	$f_1(t)$	$f_2(s)$		
Konstrukcinio anglinio plieno apdirbimas su DKP CNMG (09 03 04) – PM, Lydinys – CG 205							
0,4	0,1	0,15	0,35	1,00	1,00	2	0,2
1,9	0,19			1,00	1,01		
2,4	0,22			0,97	0,96		
2,9	0,25			0,94	0,92		
3,4	0,28			0,92	0,88		
3,9	0,31			0,90	0,85		
4,4	0,34			0,88	0,83		
Ketaus apdirbimas su DKP CNMG (12 04 08) – KM, Lydinys – GC 3025							
0,2	0,15	0,15	0,4	1,00	1,00	3	0,35
3	0,35			1,00	1,00		
3,7	0,4			0,96	0,94		
4,4	0,45			0,94	0,90		
5,1	0,5			0,92	0,86		
5,8	0,55			0,90	0,83		

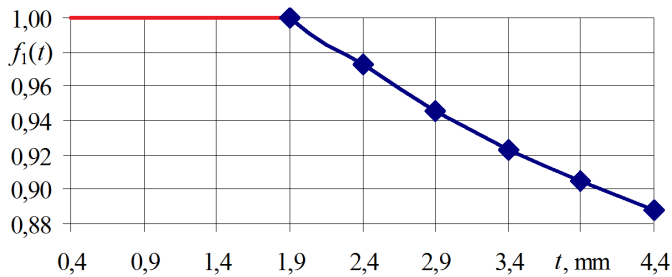
Iš (1) formulės matyti, kad pjovimo gylio t ir pastūmos s įtaka į v_{sk} išreiškiama laipsninėmis funkcijomis. Todėl, kai $t > t_{l\min}$, $f_1(t) = (t / t_l)^{x_v}$ ir kai $s > s_{l\min}$ – $f_2(s) = (s / s_l)^{y_v}$. Esant pjovimo gyliams $t \leq t_{l\min}$ ir $s \leq s_{l\min}$ pjovimo greitis nepriklauso nuo t ir s . Iš šios prielaidos seka, kad $f_1(t) = 1$, kai $t \leq t_{l\min}$ ir $f_2(s) = 1$, kai $s \leq s_{l\min}$.

Pagal gautus rezultatus nubraižyti grafikai pateikti 2 ... 5 pav.

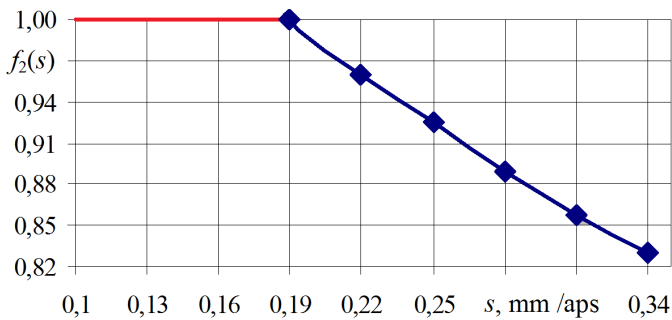
Laipsnio rodiklių x_v ir y_v literatūroje [1, 3] nėra. Eksperimentiškai nustatyti šių priklausomybių negalėjau, nes tyrimams nebuvo skirta lėšų. Todėl darome prielaidą, kad jų reikšmės yra analogiškos kietlydinio T15K6 ir BK6 šių laipsnio rodiklių reikšmėms [2].

Iš (1) ir (2) priklausomybių matyti, kad skaičiuotinas pjovimo greitis

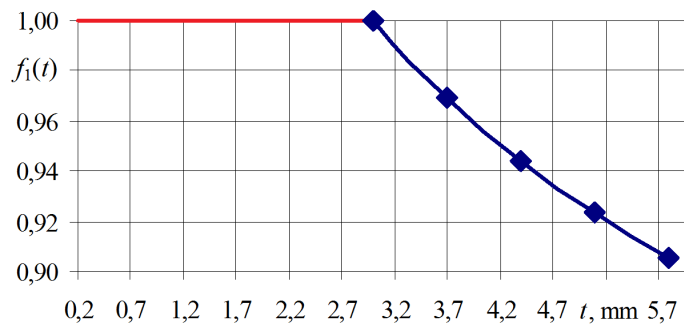
$$v_{sk} = v_{sk1} f_1(t) f_2(s). \quad (4)$$



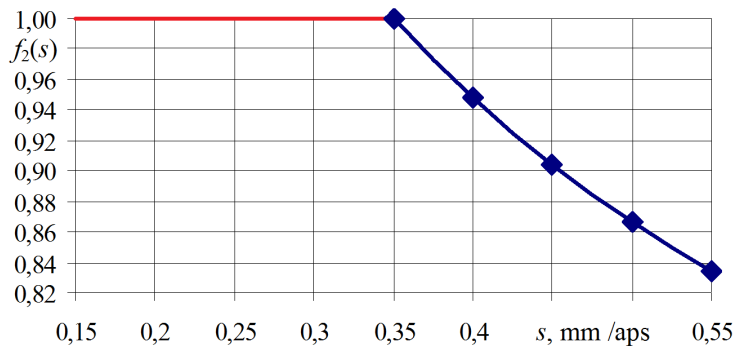
2 pav. Funkcijos $f_1(t)$ priklausomybė nuo pjovimo gylio t , kai laipsnio rodiklis x_v parinktas analogiškai kietlydiniai T15K6 [2]



3 pav. Funkcijos $f_2(s)$ priklausomybė nuo pastūmos s , kai laipsnio rodiklis y_v parinktas analogiškai kietlydiniai T15K6 [2]



4 pav. Funkcijos $f_1(t)$ priklausomybė nuo pjovimo gylio t , kai laipsnio rodiklis x_v parinktas analogiškai kietlydiniui BK6 [2]



5 pav. Funkcijos $f_2(s)$ priklausomybė nuo pastūmos s , kai laipsnio rodiklis y_v parinktas analogiškai kietlydiniui BK6 [2]

Leistiną pjovimo greitį, įvertinantį konkrečias pjovimo sąlygas galima apskaičiuoti į (4) priklausomybę įrašius $f_1(t)$ ir $f_2(s)$ reikšmes, nustatytas iš 2 pav. ir 5 pav.

4. Išvados

1. Nustatytos priklausomybės įgalina apskaičiuoti pjovimo režimus užsienio firmų lydinių DKP, esant rekomenduotiniams pjovimo parametrus T , t , s .
2. Gautos priklausomybės gali būti panaudotos mokymo procese, projektuojant detalės apdirbimo technologiją ir gamyboje, kai detalės tekinamos užsienio firmos įrankiais su DKP.

3. Užsienio firmų lydiniai ir DKP geometrija parenkama pagal apdirbamos medžiagos mechanines savybes. Todėl nustatant leistiną pjovimo greitį DKP geometrinių elementų įtaka atskirai nevertinama.
4. Didėjant patvarumo periodui T , pjovimo gyliui t ir pastūmai s leistinasis pjovimo greitis v_{sk} mažėja. Atlikti tyrimai parodė, kad pastūma s turi didesnę įtaką pjovimo greičiui, negu pjovimo gylis t .

Literatūra

1. CoroKey guide 2008. Catalogue / SANDVIK, 2008. – 208 p. Prieiga per internetą: <http://www2.coromant.sandvik.com/coromant/downloads/catalogue/ENG/CoroKey_2008.pdf> [žiūrėta 2009-11-18].
2. Справочник технолога машиностроителя. Том 2. Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещярикова. – Москва, 1985. – 656 с.
3. Garant Manual Machining. Catalogue / Hoffman groupe, 2001/2002. – 644 p.
4. **Bražėnas A., Markauskas S.** Metalų pjovimo procesai ir įrankiai. – Kaunas: Technologija, 2000. – 124 p.

MEDINĖS SIJOS STANDUMO DIDINIMO TYRIMAS

A. Adomavičius, M. Zaborskis, J. Bareišis

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: medinė sija, standumo didinimas, sijos sutvirtinimas plieno lakštais.

1. Įvadas

Daugiasluoksniais konstrukciniais elementais (DKE) vadinama tokia konstrukcija, kurių gamyboje panaudota dvi ar daugiau medžiagų, kurių stiprumo ir standumo charakteristikos žinomos. Jos gali būti gaunamos naudojant polimerines, kompozicines medžiagas, plieną, betoną, medį ir kt. Iš jų plačiausiai yra paplitusios sluoksniuotos (daugiasluoksnės) konstrukcijos, dažniausiai suformuotos iš kompozicinių medžiagų [1, 2]. Jų skerspjūvio ir matmenų parinkimui negalioja medžiagų atsparumo formulės [3, 4]. DKE leidžia optimaliau sukonstruoti gaminį, t.y. gaminį, turintį minimalią kainą ir svorį bei maksimalų stiprumą ir standumą.

Naudojant vienos rūšies medžiagą, daugeliu atvejų negalima suderinti jos stiprumo savybių su konstrukcijai keliamais masės, kainos ir kitais reikalavimais. Tik naudojant įvairias medžiagas, turinčias skirtingas stiprumo ir kitas fizikines ir mechanines savybes, galima gauti optimalių parametrų konstrukcinius elementus [3, 4].

Šiame darbe bus pateikti skaičiavimai, kaip tai atlikti, kai konstrukcija yra nehomogeninė, t.y. nevienalytė medžiaga.

Tyrimo objektas – šešių metrų sija sudaryta iš dviejų medžiagų.

Tyrimo tikslas – laisvai pasirinktų matmenų stačiakampio skerspjūvio 6 m medinės sijos, apkrautos pasirinkto dydžio koncentruotu krūviu, standumo didinimas, panaudojant kitą medžiagą, siekiant gauti maksimalų standumą, o maksimali kaina nebūtų didesnė nei 1,5 karto už medinės sijos kainą.

2. Tyrimų metodika

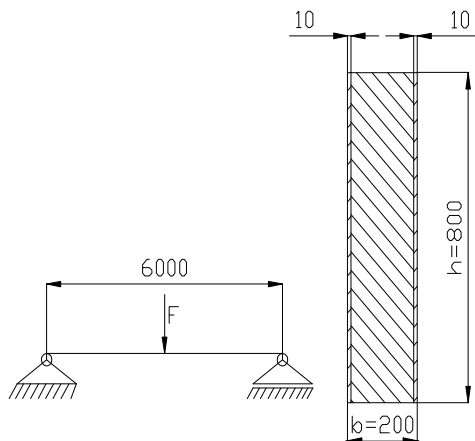
Tyrimą atliksime, nagrinėdami dvitramę ažuolinę $L = 6$ m ilgio sija, kurios skerspjūvis $b \times h = 20 \times 80$ cm (1 pav.). Sijos standumo didinimą atliksime naudodami plieno juostas, tvirtinamas prie šoninių briaunų. Šių medžiagų charakteristikos, pateiktos 1 lentelėje.

Ažuolinė sija gali atlaikyti šią apkrovą [5]:

$$F = \frac{2 b h^2 \sigma_{adm}}{3 L} = 154 \cdot 10^3 \text{ N.} \quad (1)$$

1 lentelė. Medžiagų charakteristikos

Eil. Nr.	Pavadinimas	σ_{adm} , Pa	E , Pa	ρ , kg/m ³	Kaina
1	Medis (ąžuolas)	$68 \cdot 10^6$	310^{10}	580	400 Lt/m ³
2	Metalas (plienas)	$190 \cdot 10^6$	2010^{10}	7800	3 Lt/kg



1 pav. Tiriama sija ir jos skerspjūvis

Ažuolinės sijos standumas:

$$D = E_{qz} I_x = 26 \cdot 10^6 \text{ N m}^2, \quad (2)$$

o jos didžiausias įlinkis yra 0,014 m.

Ažuolinės sijos be stiprinimo elementų kaina yra 384 Lt.

Sijos standumo didėjimo tyrimą atliksime prie sijos šonų tvirtindami plieno juostas, kurių storį keitėme nuo 0,5 mm iki 10 mm. Dvikomponentės sijos standumas [1]:

$$D = \sum_{i=1}^n E_i I_i, \text{ Nm}^2; \quad (3)$$

čia: E_i ir I_i – komponentių tamprumo modulis ir sluoksnių inercijos momentai x ašies atžvilgiu, kurie apskaičiuojami pagal žinomas formules [3]:

$$I_i = \frac{b_i h_i^3}{12}, \text{ m}^4; \quad (4)$$

čia: b_i – sijos plotis, m, h_i – sijos aukštis, m.

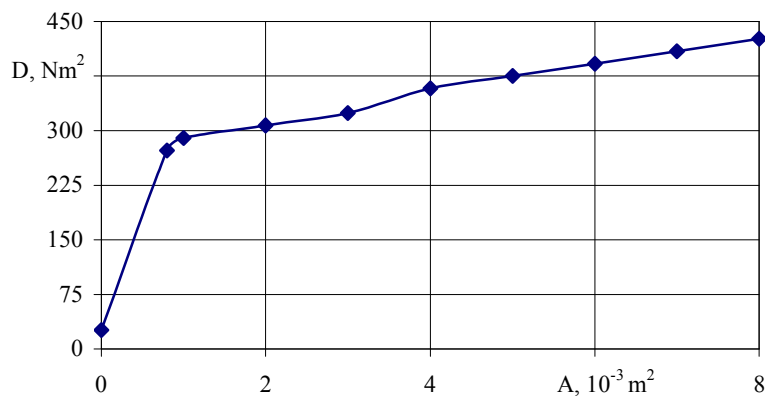
Dvikomponentės sijos įlinkis [5]

$$v_c = \frac{F L^3}{48 D}, \text{ m}. \quad (5)$$

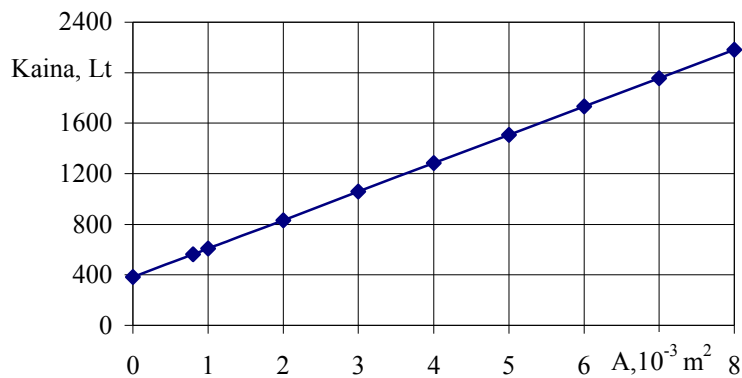
3. Tyrimų rezultatai

Iš pateikto grafiko (2 pav.) matyti, kad ažuolinę siją sustiprinę 0,5 mm storio plieno lakštais iš abiejų sijos šonų (1 pav.), gaunamas daugiau nei tris kartus padidėja sijos bendrasis standumas. Tai paaiškinama tuo, kad plieno tamprumo modulis yra beveik septynis kartus didesnis nei ažuolo (1 lentelė). Didėjant sijos stiprinimo (plieno) juostų storiui (skerspjūvio plotui), dvikomponentės sijos standumas didėja tiesiškai. Tai ir suprantama, nes plieno juostų inercijos momentas skaičiuojamas pagal formulę (4), kurioje kintamasis parametras – lakšto storis b yra pirmame laipsnyje.

Sijos kaina apskaičiuojama sudedant pastovaus matmens ažuolinės sijos kainą su kintančio plieno lakšto storio kaina (3 pav.). Kaip matyti, sijos kaina kinta tiesiškai, nes šis kitimas priklauso tik nuo sunaudojamo plieno kiekio. Leidžiamas 1,5 karto sijos kainos padidėjimas yra gaunamas, kai siją sustiprinta 0,8 mm storio lakštais. Tuomet sijos standumas yra lygus $269 \cdot 10^6 \text{ Nm}^2$, o įlinkis sumažėja iki 2,6 mm.



2 pav. Standumo priklausomybė nuo plieno lakšto skerspjūvio ploto



3 pav. Sijos kainos priklausomybė nuo plieno lakšto skerspjūvio ploto

3. Išvados

1. Tyrimu nustatyta, kad, esant galimybei, sijos kainą padidinti iki 1,5 karto, racionalu medinę siją iš ąžuolo sustiprinti 0,8 mm storio plieno juostomis iš abiejų sijos šonų. Tuomet pastarosios standumas padidėja 5 kartus.
2. Gautos ąžuolinės sijos standumo ir kainos priklausomybės nuo plieno juostų skerspjūvio ploto leidžia parinkti norimo standumo ir įlinkio sijas. Pažymėtina, kad dvikomponentės sijos įlinkis yra atvirkščiai proporcingas standumui D , o kaina kinta tiesiškai stiprinamo elemento skerspjūvio plotui.

Literatūra

1. **Bareiškis J.** Plastikų, kompozitų ir daugiasluoksnių konstrukcinių elementų stiprumas. Monografija. – Kaunas: Technologija, 2006. – 252 p.
2. **Bareiškis J., Paulauskas V.** Daugiasluoksnių kompozicinių konstrukcinių elementų projektavimas. – Kaunas, 1995. – 48 p.
3. **Bareiškis J.** Medžiagų mechanika. – Šiauliai, 2000. – 229 p.
4. **Bareiškis J.** Konstrukcinis elementų atsparumas. – ŠU, 2003. – 248 p.
5. **Dragūnas B., K.Pilkauskas** ir kt. Inžinieriaus mechaniko žinynas. – Vilnius, 1988. – 528 p.

„RJ BALTIC“ AUTOSERVISO VEIKLOS TYRIMAS

G. Suslovičius, L. Pelenytė-Vyšniauskienė
Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: autoservisas, analizė, organizavimas.

1. Įvadas

Dabartiniu metu į Lietuvą įvežama vis daugiau padėvėtų ir techniškai netvarkingų automobilių. Dažniausiai tai būna seni automobiliai. Smulkūs variklių gedimai skatina vairuotojus remontuoti savo automobilius.

Vakarų Europos gamintojų automobiliai yra gana aukštos kokybės, tačiau viskas genda ne tik dėl gamintojo kaltės, bet ir dėl netinkamos eksploatacijos – laiku nepakeisti tepalai, trūkumas darbinių skysčių, nepakankama priežiūra kitiems variklio agregatams. Dėl to ir reikalingas remontas automobiliams, eksploatuojamiems Lietuvos keliuose. Kartais ir naujam automobiliui reikalingas remontas.

Visų pirma, įmonės siūloma paslauga yra ir bus reikalinga, nes automobilių skaičius didėja, taigi daugėja ir gedimų [1].

2. Įmonės veiklos aprašymas

Autoservisas UAB „RJ Baltic“ įsikūręs Beržų gatvėje Panevėžyje užsiima lengvųjų automobilių ir mikroautobusų remontu [2]. Nors kilometro atstumo spinduliu esantys dideli autoservisai, tokie kaip „Belimito“, „Autotopus“, „Egzotika“ ar „Panevėžio autoservisas“, sukelia didelę konkurenciją, tačiau „RJ Baltic“ vadovaujamo jauno ir protingo direktoriaus gaunamos pajamos sugeba išlaikyti remontui skirtas patalpas, darbuotojus ir turėti grynojo pelno. Autoservise dirbantys specialistai profesionaliai diagnozuoja ir šalina visapusiškus automobilių variklių, pakabų, greičių dėžių, važiuoklės ir kitus gedimus. Įmonė specializuojasi kuro skirstymo mechanizmo dirželių dyzeliniams ir benzininiams varikliams keitime. Dirbantys trys mechanikai vos spėja atlikti visus remonto darbus, dėl to autoservisas turi galimybę priimti tik palankiausias jiems užsakymus. Palyginti mažos (160 m²) patalpos nuolat pilnos remontuojamų automobilių. Įmonė naudoja tris keltuvus ir keletą diagnostikos programų. Esant sudėtingesniai

automobilio gedimui įmonės darbuotojai pasitelkia į pagalbą kitus konkretaus automobilio modelio autocentro mechanikus, kurie specializuotais įrengimais ir programomis nustato automobilio gedimus ir „RJ Baltic“ mechanikams belieka juos pašalinti. Didžioji dirbtuvių pelno dalis skyriumi nuo kitų servisų gaunama ne didesnėmis kainomis, o atliktų paslaugų skaičiumi. Šis autoservisas remiasi gana paprastu, bet puikiai pasitvirtinusi principu: kuo patrauklesnė remonto paslaugos kaina klientui – tuo daugiau klientų yra pritraukiama, kuo daugiau klientų pritraukiama – tuo daugiau galima atlikti remonto darbų, o atliktų remonto darbų skaičius tiesiogiai proporcingas įmonės gaunamoms pajamoms.

Įmonė yra ribotos turtinės atsakomybės, turinti juridinio asmens teises ir jos nuosavybėje esantis turtas padalintas bendrovės nariams [3]. Šiuo metu bendrovės narys yra tik vienas, taigi ir visas autoserviso turtas priklauso tik jam. Tai ne tik apsaugo įmonę nuo bereikalingų savininko nuomonei nepriimtinių sprendimų, bet taip pat ir riboja įmonę nuo kitokių naudingų pasiūlymų, naujovių ar įdėjų. Taigi autoservisas turi uždarnosios akcinės bendrovės įmonės statusą.

2.1. Rinkos analizė

2004 m. pradžioje Lietuvoje buvo užregistruota apie 1 300 000 lengvųjų automobilių, iš kurių dauguma senesni nei 10 metų, naujesnių nei 5 metai automobilių yra apie 10%, o tuo tarpu 10 ... 15 metų senumo net 900 000 vienetų. Panevėžio mieste yra apie 90 000 automobilių, kurių per metus padaugėja apie 12 000 vienetų.

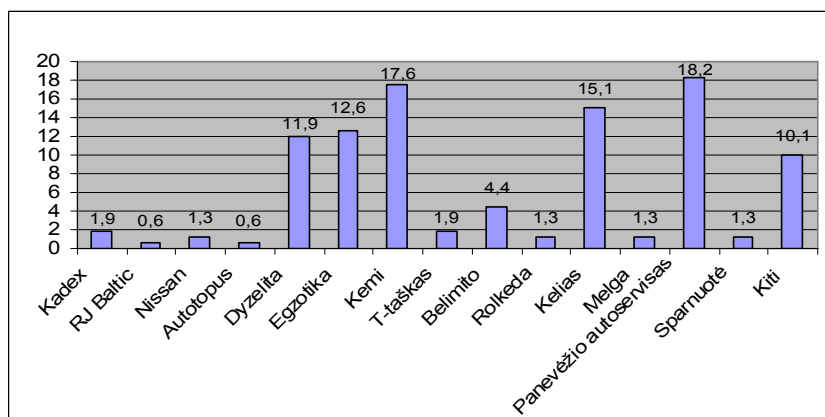
Vis didėjantis automobilių skaičius ir didėjantys reikalavimai ekologinėms normoms, sąlygoja automobilių techninės priežiūros, remonto tobulinimą ir vystymąsi.

Lietuvos automobilių remonto įmonės konkuruoja tarpusavyje, pirkdamos naujus technologinius įrengimus, įdiegiant pažangias technologijas. Technologijų keitimas, naujų paslaugų teikimas – svarbus įmonei, norint išlikti ir nebankrutuoti. Labai griežti yra ekologiniai įstatymai, bet tik taikant tokius įstatymus bus mažinamas gamtos užterštumas.

Norint tiksliau išnagrinėti rinką, susijusią su autoservisų verslu, buvo surengta trumpa Panevėžio miesto gyventojų apklausa. Užpildytų anketų duomenys apiforminti ir pateikti grafiškai [4].

Panagrinėjus apklausos rezultatus ir apdorojus gautą informaciją galima susidaryti didesnę įvaizdį apie Panevėžyje esančius autoservisus.

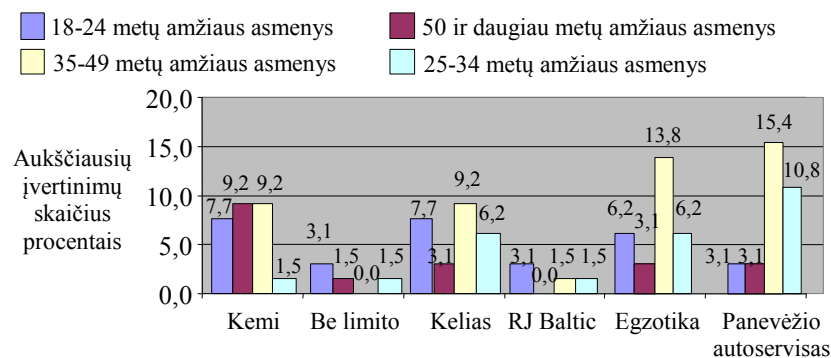
Štai kaip iš apklausos atspindėjo autoservisų, supančių „RJ Baltic“, populiarumas (1 pav.)



1 pav. Autoservisų populiarumas procentais

Apklausos rezultatai rodo, kad Panevėžyje populiariausias yra buvęs valstybinis ir turbūt seniausias „Panevėžio autoservisas“, kuris surinko net 18,2 % apklausos balsų. Jam truputi nusileido visoje Lietuvoje išplėtotas „Kemi“ tinklas, surinkęs 17,6 % ir 15,1 % surinko autoservisas „Kelias“. Mūsų tiriamas autocentras surinko tik 0,6 %. Nors ir šiuo metu servisui klientų užtenka, bet atsižvelgiant į „RJ Baltic“ plėtimosi galimybes – būtina stipriai investuoti į reklamą ir pasiekti bent 3 % populiarumo.

Kiekvienas žmogus, atsižvelgiant į jo amžių, turi susikūręs savo autoserviso vertinimo kriterijus ir atlikus apklausą galima teigti, jog nuomonės labai skiriasi. Grafike pavaizduoti tik tie autoservisai, kurie gavo didžiausią balą anketose skiriant pagal amžių grupes (2 pav.).

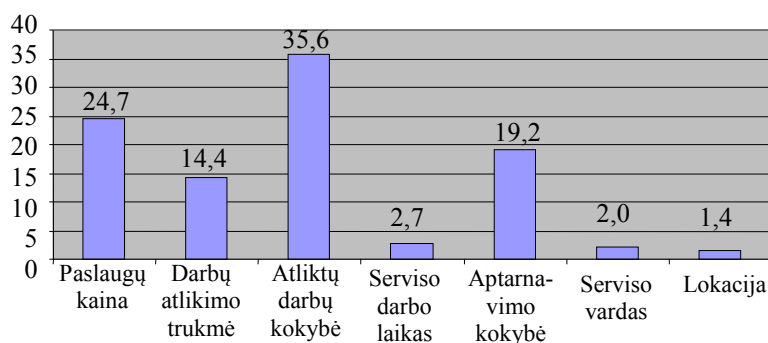


2 pav. Autoservisų profesionalumo vertinimas skirstant pagal žmonių amžiaus grupes procentais

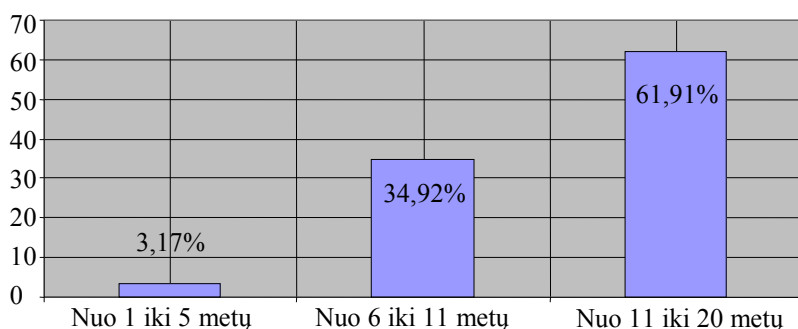
Jaunesnės amžiaus grupės asmenys (amžius – 18 – 24 metai) daugiau linkę aukštais balais vertinti naujesnius autoservisus, lyginant su kito amžiaus grupėmis (žr. 2 pav.). Šios grupės asmenys vienodai įvertino gana ilgą darbų patirtį ir išsiplėtusius per visą Lietuvą „Kemi“ ir UAB „Kelias“ autoservisus, kurie surinko po 9,2 % aukščiausių balų. „RJ Baltic“ surinko tik 3,1 % aukščiausių įvertinimų.

25 – 34 metų amžiaus asmenys daugiausiai aukščiausiu balu įvertino „Kemi“ servisų tinklą, o kitus vertinimus pasidalino „Be limito“, UAB „Kelias“, „Egzotika“ ir „Panevėžio autoservisas“. Deja, bet tiriamasis autoservisas šioje amžiaus grupėje negavo nei vieno aukščiausio įvertinimo.

Asmenys priklausantys 35 – 49 metų amžiaus grupei labiausiai pasitiki ir daugiausia aukščiausiu balu vertino ilgiausią darbo patirtį turinčius autoservisus Panevėžyje. Geriausiai įvertintas buvo „Panevėžio autoservisas“, surinkęs net 15,4 % aukščiausių balų, jam truputi atsiliko „Egzotika“ – 13,8 %, UAB „Kelias“ ir „Kemi“ po 9,2 %. „RJ Baltic“ surinko 1,5 % balų.



3 pav. Kriterijai, pagal kuriuos pasirenkamas autoservisas, procentais



4 pav. Panevėžyje eksploatuojamų automobilių amžius procentais

Paskutinės anketoje esančios amžiaus grupės žmonės, esantys 50 metų ir senesni, taipogi vertina seniausią žinomą autodirbtuvę – „Panevėžio autoservisą“, kuris surinko 10,8% aukščiausių balų. Jam nusileido UAB „Kelias“ ir „Egzotika“, surinkę po 6,2 %.

Pasinaudojus apklausos duomenimis galima pasakyti, pagal kokius kriterijus žmonės renkasi autoservisus (3 pav.).

Apklausos duomenys taip pat padeda pakankamai tiksliai nustatyti Panevėžyje eksploatuojamų automobilių amžių (4 pav.).

2.2. Paslaugų organizavimas

Priimant automobilį į variklių remonto barą ar išduodant jį, yra vadovaujamas normatyviniu aktu „LST 1438 – 96 Lengvieji automobiliai. Techninė priežiūra ir remontas“.

Į servisą atvykusį automobilį apžiūri įmonės darbininkas arba vadovas. Jis gali nustatyti remonto sudėtingumą. Savininkas gali reikalauti atlikti ne visus remonto darbus, kuriuos rekomenduoja atlikti įmonės darbininkas. Priimant automobilį, autodirbtuvėse atliekama:

- mazgų ir agregatų, kurių darbu skundžiasi savininkas, patikrinimas;
- mazgų ir agregatų, turinčių įtakos eismo saugumui, patikrinimas.

Jeigu kuri nors reikiama darbo vieta užimta, automobilis pastatomas į laukimo vietą, iš kur, atsilaisvinus darbo vietai, nukreipiamas į reikiamą darbo vietą.

Serviso vadovas arba mechanikas suranda reikiamas dalis automobilio remontui, sužino jų kainas ir informuoja savininką. Klientas informuojamas apie remonto darbų kainą bei jų trukmę. Radus kitų gedimų, atliekant remontą, klientas informuojamas ir sutariama, ar bus remontuojamas diagnozuotas naujas gedimas.

Prieš atiduodant automobilį savininkui, reikia patikrinti atliktų darbų kokybę.

Po atlikto remonto:

- visi agregatai, mazgai ir sujungimai, kurie remonto metu buvo ardomi, turi būti sureguliuoti, užveržti pagal gamyklos gamintojos reikalavimus;
- iš agregatų, mazgų kurie remonto metu buvo ardomi, neturi skverbti tepalai ir darbiniai skysčiai. Tepalų ir darbinių skysčių lygis arba kiekis turi atitikti gamyklos gamintojos reikalavimą.

Garantijos laikas: Agregatų remonto darbams taikoma garantija priklausomai nuo keičiamų detalių gamintojų suteikiamų atskiram gaminiui garantijų. Garantijos laikas prasideda nuo automobilio atidavimo užsakovui datos. Garantija galioja, jei užsakovas laikosi visų automobilio eksploatavimo instrukcijose nurodytų reikalavimų. Garantijos metu atsiradę trūkumai ir defektai pašalinami nemokamai. Užsakovo pateiktoms detalėms ir medžiagoms garantija netaikoma.

2.3. Neaptarnautų automobilių skaičiaus nustatymas

Šiuo metu Panevėžyje yra daugiau kaip 78 įregistruoti autoservisai. Visi jie dirba vadovaudamiesi Lietuvos Respublikos įstatymais. Kiekvieno iš jų pajėgumas yra labai skirtingas. Galime teigti, jog vidutiniškai kiekvienas iš jų turi po tris aptarnavimo vietas ir kas diena aptarnauja po 5 klientus. Autoservisai vidutiniškai dirba 4 – 5 dienas per savaitę ir kiekvienas iš jų suremontuoja po 22,5 automobilių. Pilnų darbo metų pabaigoje kiekviena dirbtuvė priima ir suremontuoja po 1170 transporto priemonių, o visi Panevėžyje registruoti autoservisai apžiūri net 91 260 automobilių. Atsižvelgiant į tai, kad Panevėžyje yra registruota apie 90 000 automobilių, galima teigti, jog kiekvienas automobilis per metus gali būti apžiūrimas vieną kartą, o kai kurie net ir du. Iš to sprendžiame, jog Panevėžyje eksploatuojami automobiliai yra pakankamai tvarkingi.

3. Metinis centro pralaidumas

Apskaičiuoju, kiek automobilių mano tiriamas autoservisas aptarnauja per metus, jei: l – bendras laikas, kuris yra reikalingas automobiliui aptarnauti, $l = 2$ h; $F_p = 1908$ h, F_p – darbo vietos metinis darbo laiko fondas; X_{TP} – darbo vietų skaičius, $X_{TP} = 3$;

$$A = \frac{F_p X_{TP}}{l}; \quad (1)$$

$$A = \frac{F_p X_{TP}}{l} = \frac{1908 \cdot 3}{2} = 2862 \text{ auto.}$$

3.1. Metinis darbo laiko fondas

Autoservisas „RJ Baltic“, kaip ir daugelis kitų remonto dirbtuvių ir parduotuvių, prekiaujančių automobilių detalėmis, dirba šešias dienas per savaitę. Per praėjusius metus autoservisas dirbo 293 dienas, 8 valandas per dieną.

Metinis darbo laiko fondas – tai valandų skaičius, kurį įmonė atidirba per metus. Norint nustatyti darbo laiko fondą, pirmiausia reikia žinoti kalendorinių dienų skaičių planuojamu laikotarpiu ar poilsio ir švenčių dienos sutampa, atostogų dienų skaičių, neatėjimo į darbą dėl ligos dienų skaičių ir kt.

Metinė darbų apimtis T žm.h apskaičiuojama:

$$T = \frac{F_p P_{vid} X_{TP}}{\varphi}; \quad (2)$$

čia: $X_{TP} = 3$ – darbo vietų skaičius; $\varphi = 1,1 \dots 1,3$ – automobilio atvykimo netolygumo koeficientas; F_p – darbo vietos metinis darbo laiko fondas, h; $P_{vid} = 1$ – vidutinis vienu metu dirbančių darbuotojų skaičius darbo vietoje.

Darbo vietos metinis darbo laiko fondas bus:

$$F_p = D_{dd} T_{pam} C \eta; \quad (3)$$

čia: $D_{dd} = 265$ – darbo dienų skaičius metuose išskaičiuojant atostogų laiką; $T_{pam} = 8$ h – pamainos trukmė; $C = 1$ – pamainų skaičius; $\eta = 0,9$ – darbo vietos, darbo laiko išnaudojimo koeficientas;

$$F_p = 265 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 = 1908 \text{ h.}$$

Tuomet metinė darbų apimtis autošaltkalviams bus:

$$T = \frac{1908 \cdot 1 \cdot 3}{1,2} = 4770 \text{ h.}$$

3.2. Reikalingų postų skaičius

Kadangi autoserviso dirbtuvių plotas F_{pl} žinomas ir lygus 160 m^2 , apskaičiuosiu, kiek darbo vietų teoriškai gali būti bare, įvertindamas darbo vietų išdėstymo tankumo koeficientus.

$$X_{TP} = \frac{F_{TP}}{f_a K_T}; \quad (4)$$

čia $f_a = 9 \text{ m}^2$ – automobilio užimamas plotas; K_T – postų išdėstymo tankumo koeficientas, $K_T = 6 \dots 7$. Priimame $K_T = 6,5$.

Tuomet darbo vietų skaičius bare turi būti:

$$X_{TP} = \frac{160}{9 \cdot 6,5} = 2,7.$$

Iš skaičiavimo darau išvadą, jog dirbtuvėse gali būti trys darbo vietos. Priklausomai nuo priimto tankumo koeficiento, darbo vietų skaičius yra kintantis. Peržiūrėjus autoserviso patalpų išplanavimą matosi, jog dirbtuvėse galėtų stovėti ir keturi keltuvai, bei dirbti keturi autošaltkalviai.

4. Išvados

Šio darbo tikslas buvo pasiektas – surinkta informacija padėjo išanalizuoti autoserviso veiklą. Išanalizavęs autoserviso veiklą galiu teigti, jog net ir maži pakeitimai įmonėje gali padidinti jos pajamas. Truputi apgalvotų sprendimų, truputi reklamos – ir dirbtuvės galėtų pasiekti konkurentų lygį.

Svarbu, kad kuo daugiau klientų žinotų, kas yra „RJ Baltic“, kur jis įsikūręs ir kuo patrauklus klientams. Juk kiekvienas geras klientas įmonei yra papildomas pajamų šaltinis.

Technologiniai skaičiavimai rodo, kad nepriklausomai nuo dirbtuvių ploto, darbuotojų skaičiaus ar darbų apimtys, skaičiavimus galima atlikti gana tiksliai. Tai leidžia susidaryti tinkamą įvaizdį apie dirbtuves ir sukurti palankias darbo sąlygas. Tikslūs skaičiavimai ir žmonių apklausa taip pat padėjo įvertinti įmonės trūkumus ir sukurti bei pasiūlyti tinkamas rekomendacijas dirbtuvių veiklai pagerinti.

Literatūra

1. **Garuckas D., Astrauskas S., Kemeklienė D.** Bakalauro baigiamojo darbo metodiniai nurodymai. – Kaunas: Technologija, 2003. – 70 p.
2. Įmonės „RJ Baltic“ dokumentacija. Nr. 248. – 352 p.
3. **Garškienė A., Klebanskaja N., Pelanienė N.** Verslo planas. – Vilnius, 1994. – 18 p.
4. **Valackienė A.** Socialinis tyrimas. – Kaunas: Technologija, 2004. – 151 p.

TIESIOGINIO BENZINO ĮPURŠKIMO SISTEMOS MED-MOTRONIC KONSTRUKCIJOS ANALIZĖ IR EKSPLOATACIJA

M. Daščioras, A. Kubilius

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: įpurškimo sistema, konstrukcijos analizė.

1. Įvadas

Beveik šimtmetį benzininių vidaus degimo variklių "šeimoje" dominavo karbiuratoriai, iki juos ėmė keisti pažangesnės įpurškimo sistemos: 1954 metais pasirodė "Mercedes Benz 300 SL" – pirmasis pasaulyje serijinės gamybos automobilis su benzino įpurškimo sistema. Varikliai su elektronikos valdomomis įpurškimo sistemomis tapo ne tik ekonomiškesni, bet ir ekologiškai švaresni [1].

Kai nagrinėjamas istorinis mašinų variklių vystymasis, galima pastebėti dvi kryptis. Pirmą, variklių galia nepertraukiamai visa laiką didėjo, antra, išmetamų teršalų kiekis pamažu mažėja. Siekimas šių dviejų krypčių buvo įmanomas tik dėka sistemos valdymo variklyje milžiniško augimo. Benzininiai varikliai su pilna sritimi technologijų šiuo metu yra pasiekiami, aprūpintomis su dideliu skaičiumi papildomų sistemų, pavyzdžiui išmetamųjų dujų recirkuliacijos sistema. Ateityje, kitos sistemos, pavyzdžiui tęstinio kintamojo skirstymo mechanizmas VVT (*Variable Valve Timing*), dar nėra plačiai naudojamas, tai priklauso nuo kainos svarstymo, bus vis daugiau ir daugiau plačiai paplitęs. Komponentai šių visų sistemų turi būti kontroliuojami taip kad būtų pasiektas optimalus variklio veikimas po visų galimų padėčių. Benzininiai varikliai su tiesioginiu kuro įpurškimu kelia ypač sunkius reikalavimus šiuo atžvilgiu.

Todėl, kompleksas elektroninių sistemų yra būtinas benzininių variklių valdymui. Su stebinančiu vystymusi į priekį puslaidininkų technologijoje, elektroninio valdymo komponentai tampa labiau ir labiau galingesni taigi viso šio pasekoje benzininių variklių valdymo sistemos vadinamos MOTRONIC sistemomis [2].

2. Sistemos privalumai ir trukumai

Sistemos privalumai. Kibirkštiniai varikliai daug kuo panašūs į slėginius įpurškiant benzina į degimo kamerą. Lyginant su netiesioginiu benzino įpurškimu, didelis tiesioginio įpurškimo slėgis, taip pat sluoksniuotas mišinio ruošimas.

Tiesioginio įpurškimo sistemoje galima padidinti suspaudimo laipsnį, kadangi degų mišinį aušina cilindre esantys degalai. Detonacija atsiranda esant didesniam slėgiui.

Įsiurbimo trakto metu į cilindrą įsiurbiamas tik oras, cilindrai geriau pripildomi, kad dar labiau galima būtų pripildyti cilindrus yra naudojamas dinaminis pripūtimas.

Tiesioginio įpurškimo sistemoje degalai yra įpurškiami taip, kad lengvai uždegamas mišinys susidaro ties uždegimo žvake, o kitoje degimo kameros tūrio dalyje susidaro liesas kuro mišinys. Dėl to variklis dirba ekonomiškai, esant nepilnomis apkrovos variklis gali dirbti ir be įsiurbiamo oro droseliavimo.

Sistemos trūkumai. Kadangi degimo kameroje veikia dideli slėgiai, tai purkštukai gali užsikisti arba kokuoti.

Didelis slėgis nėra naudinga tiek benzino siurbliui tiek ir purkštukams, kuo didesnis slėgis tuo jie labiau dyla. Tiesioginio įpurškimo sistema yra kažkiek panaši ir į netiesioginio įpurškimo sistemą, kadangi tiesioginėje įpurškimo sistemoje yra daug panaudotų komponentų kurie taip pat yra ir netiesioginio įpurškimo sistemoje. Tai, pavyzdžiui, oro masės matavimo, temperatūros ir kiti elementai. Tiesioginio įpurškimo sistema nuo netiesioginio iš esmės skiriasi tik degalų tiekimo sistema, kuri susideda iš žemo ir aukšto slėgio kontūrų. Žemo slėgio kontūras yra tam, kad sukelti pradinį slėgį aukšto slėgio siurbliui. Garų kamščių tikimybė tiesioginio įpurškimo sistemose didėja paleidžiant karštą variklį, kadangi degalai įpurškiami aukštais slėgiais bei aukštomis temperatūromis [3].

3. Sistemos veikimas

Degalų tiekimo modulis, kuris susideda iš elektrinio benzino siurblio, kuris lygiagrečiai sujungtas su slėgio reguliatoriumi ir degalų filtru. Siurblys maždaug 3,5 ... 4,0 barų slėgiu tiekia degalus iš bako didelio slėgio siurbliui.

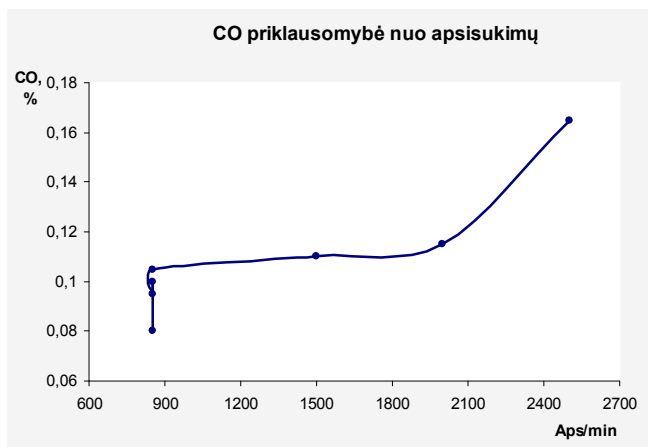
Degalai patekę į didelio slėgio siurbly yra tiekiami į akumuliatorių-skirstytuvą, prie kurio yra prijungti elektromagnetiniai purkštukai. Slėgis akumuliatoriuje yra matuojamas slėgio jutiklio. Slėgis iki reikalingo dydžio yra keičiamas slėgio reguliavimo vožtuvu, kuris yra pritvirtintas prie akumuliatoriaus-skirstytuvo išpurškiamų degalų kiekis yra keičiamas keičiant purkštuvų atidarymo trukmę.

Įsiurbtą orą oro masės matuoklis su temperatūros jutikliu matuoja slėgį bei įsiurbto oro temperatūrą. Šie duomenys yra siunčiami valdymo blokui, kuris pagal tam tikrus algoritmus apskaičiuoja įsiurbto oro masę, bei nustato kiek reikia įpurkšti degalų. Oro kiekis priklauso nuo droselinės sklendės padėties, kitaip sakant nuo akseleratoriaus paspaudimo. Toliau oras eina pro įsiurbimo kolektorių ir įsiurbimo metu atsidarius įsiurbimo vožtuvui patenka į cilindrą kuriame susimaišo su kuru ir gaunasi kuro mišinys kuris gavęs kibirkštį užsidega.

Išmetamosios dujos atsidarius išmetimo vožtuvui patenka į išmetimo vamzdį, kuriame yra įtaisyti 2 lamda zondai, kurių parodymai turi didelę reikšmę degiojo mišinio paruošimui. Priklausomai nuo to kokios yra išmetamos dujos, lamda zondai fiksuoja duomenis ir siunčia signalą į valdymo bloką, kuris pagal tam tikrus algoritmus nustato kokį reikia paruošti kuro mišinį, riebesnį ar liesesnį [4].

4. Sistemos išmetamųjų dujų tyrimas

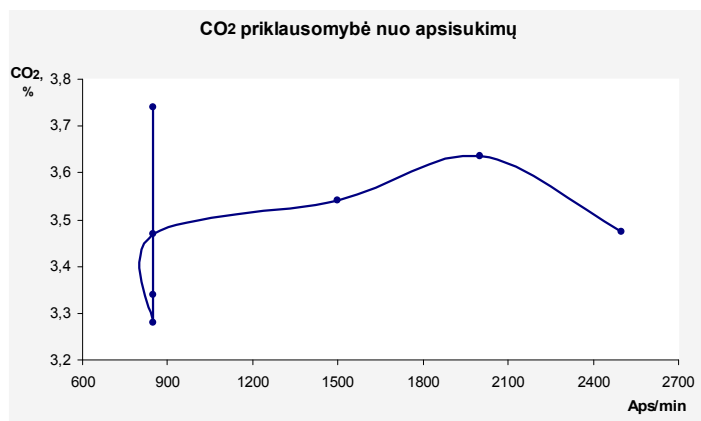
Grafike, pateiktame 1 pav., vienas iš išmetamųjų dujų komponentų kuris yra priskiriamas prie itin kenksmingų ir pavojingų išmetamųjų dujų komponentų, kurie yra pavojingi tiek žmogui tiek aplinkai. Žmogui jos sukelia galvos skausmus, pykinimą, vėmimą. Iš grafiko matyti, kad esant laisviems variklio apsisukimams, taip pat šaltam varikliui CO kiekis yra pats mažiausias. Dirbant varikliui ir toliau laisvais apsisukimais, tačiau kylant po truputi variklio darbinei temperatūrai CO kiekis taip pat po truputi kinta. Padidinus variklio apsisukimus nuo laisvų 850 iki 1500 aps/min, bei esant jau darbinei variklio temperatūrai, CO kiekis kito panašiai kaip ir dirbant varikliui laisvai bei esant variklio įšilimo fazėje. Tačiau padidinus apsisukimus iki 2000 aps/min



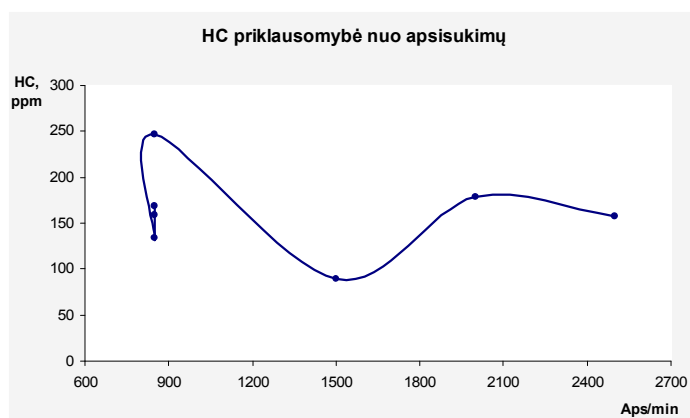
1 pav. CO kiekis

ir toliau iki 2500 aps/min CO kiekis smarkiai šoktelejo. Tačiau šio išmetamųjų dujų komponento kiekis neviršija lyginant su LAND 14-2000 pateiktais duomenimis. Automobiliams pagamintiems po 1986 m. spalio 01 d. Yra iki 3 anglies monoksido tūrio procentais, o tirtu automobilio maksimali anglies monoksido reikšmė yra 0,165 %. Todėl CO kiekis neviršija leistinos normos [5].

CO₂ tai dar vienas iš išmetamųjų dujų komponentų kuris jau nėra toks kenksmingas kaip prieš tai CO. Anglies dioksidas yra ne toksiškas degimo produktams, tačiau turi neigiamą poveikį atmosferai, kuris sukelia „šiltnamio efektą“. 2 pav. matomas CO₂ kitimas, esant šaltam varikliui bei laisviems apsisukimams matomas maksimalus CO₂ kiekis. Šylant varikliui laisvais



2 pav. CO₂ kiekis



3 pav. HC kiekis

apsisukimais palaipsniui CO₂ kiekis krenta. Varikliui įšilus iki darbinės temperatūros CO₂ kiekis vėl šokteli, ir toliau didinant apsisukimus palaipsniui didėja, kiekio didėjimas vyksta iki 2000 aps/min. Viršijus 2000 aps/min CO₂ kiekis krinta.

Angliavandenilių kiekis taip pat priskiriamas prie labai pavojingų išmetamųjų dujų komponentų. Jie yra nesudegusio kuro priežastis. Angliavandeniliai paveikti saulės spindulių reaguoja su azoto oksidais ir sudaro pagrindinį smogo komponentą ozoną O₃. Esant šaltam varikliui bei laisviems variklio apsisukimams 3 pav. angliavandenilių kiekis yra vidutiniškas lyginant su visa kreive. Didėjant variklio temperatūrai jis po truputi krinta. Krinta jis iki tol kol pasiekama variklio darbinė temperatūra. Pasiekus darbinę temperatūrą angliavandenilių kiekis staigiai šokteli iki maksimalios reikšmės. Padidinus apsisukimus iki 1500 aps/min kiekis krinta iki mažiausios reikšmės. Pakėlus apsisukimus iki 2000 aps/min angliavandenilių kiekis pakyla, bet ne iki maksimalios reikšmės, maždaug iki tiek pat kai variklis buvo šaltas. Padidinus apsisukimus dar 500 aps/min kiekis palaipsniui krinta. Lyginant su LAND 14-2000 pateiktais duomenimis automobiliams pagamintiems po 1986 m. spalio 01 d. Leistina norma yra 600ppm, o maksimali reikšmė angliavandenilių iš grafiko matyti, kad yra 247. Taigi angliavandenilių kiekis neviršija leistinosios normos [5].

4 pav. O₂ dujos, kitaip tariant deguonis, yra vienas iš pačių nekenksmingiausių išmetamųjų dujų komponentų. Esant šaltam varikliui bei laisviems apsisukimams ir šylant varikliui iki darbinės temperatūros O₂ kiekis buvo pastovus ir nekito. Varikliui įšilus iki darbinės temperatūros O₂ kiekis pakito 0,005 procento dalimis ir toliau didinant apsisukimus nuo laisvų 850 aps/min iki 1500 aps/min išliko stabilus ir nepakitęs. Net ir padidinus apsisukimus iki 2000 aps/min, o vėliau net iki 2500aps/min O₂ kiekis vis tiek nepakito.



4 pav. O₂ kiekis

4. Išvados

1. Kadangi degalai įpurškiami tiesiai į cilindrą, tai pagerina cilindro sienelių aušinimą, sumažėja tikimybė detonacijai, o kadangi sumažėja tikimybė detonacijai tai galimas suspaudimo laipsnio padidėjimas, kuris mažina kuro sąnaudas.
2. Degalai įpurškiami taip, kad degusis kuro mišinys susikoncentruotų ties uždegimo žvake, kad mišinys kuo greičiau ir geriau sudegtų. Variklis dirba ekonomiškiau esant net didelėms apkrovoms.
3. Kadangi degusis kuro mišinys yra ruošiamas pačiame cilindre, cilindras labai gerai užpildomas oro, kuris sumažina šilumos nuostolius cilindro sienelėse. Tai taip pat sumažina kuro sąnaudas.

Literatūra

1. Elektronikos valdomas benzino įpurškimas. Prieiga per internetą: <http://www.ratai.lt/cgi-bin/N_Article.asp?TopicID=43&ArticleID=629&Page=7&PagePage=1&TXT> [žiūrėta 2007-02-13].
2. Semiconductor technology. Prieiga per internetą: <<http://rb-k.bosch.de/pool/resources/literatur/leseproben/u241e.pdf>> [žiūrėta 2007-02-15].
3. Prof. habil. dr. A. Pikūnas, Vidaus degimo varikliai. – Vilnius, 2004. – 68 p
4. **Giedra K., Kirka A., Slavinskas S.** Automobiliai. – Kaunas, 2006. – 534 p.
5. LAND 14-2000. Prieiga per internetą: <http://www.tuvlita.lt/lt/paruosimas_apziurai> [žiūrėta 2007-02-10].

SURINKIMO PROCESO SKAIDYMO ĮTAKA GALUTINIAM SURINKIMO LAIKUI IR KAINAI

V. Kleiza, J. Tilindis

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: Surinkimo proceso organizavimas, gaminio kaina, surinkimo laikas

1. Įvadas

Šiuolaikinėje automobilių pramonėje ypatingai didelę reikšmę surinkimo laikui, kainai ir kokybei turi surinkimo proceso organizavimo būdas. Siekiant aukščiausio rezultato kiekviename iš šių kriterijų reikia pasirinkti tinkamą surinkimo proceso organizavimo formą. Įvairių surinkimo būdų pasirinkimai bei palyginimai pateikti autorių [1] ir [2] darbuose. Atskiros automobilio dalies (konkrečiai elektrinės instaliacijos komponento) gamybos būdas detalai išnagrinėtas [3].

Darbuose [3] ir [4] buvo nagrinėjamas lygiagretus surinkimo organizavimo procesas ir nustatytas optimalus surinkimo variantas surinkimo laiko atžvilgiu. Šiame darbe bus tiriama skaidymo dalių skaičiaus įtaka surinkimo kainai [3], [4] surinkimo modelyje.

2. Surinkimo modelis

Tirsime gaminio surinkimo modelį, kai galutinis produktas skaidomas į kelis lygiagrečiai renkamus komponentus (1 pav.). Tokio modelio skaitinio realizavimo metodika pateikta darbuose [3] ir [4]. Šiame modelyje surinkimo laikas įvertinus prastovą nustatomas:

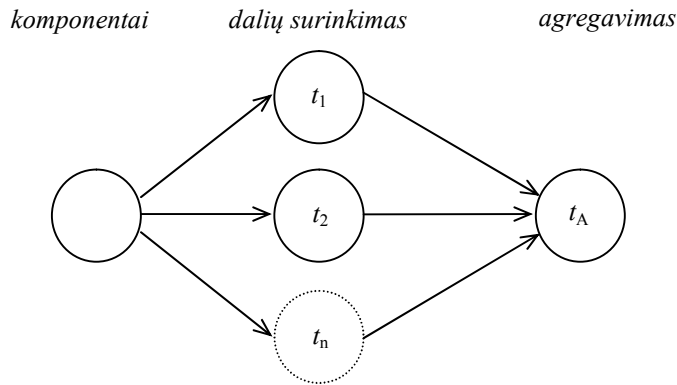
$$T(n) = \frac{T_s - A(n)}{n} + A(n) + Q(n); \quad (1)$$

čia: T_s – neskaidyto gaminio surinkimo laikas, n – dalių skaičius, $A(n)$ – agregavimo funkcija, $Q(n)$ – prastovos funkcija.

Formulė (1) buvo sudaryta remiantis šiomis prielaidomis:

- kiekvienos dalies surinkimo laikas yra vienodas

$$t_1 = t_2 = \dots = t_n;$$



1 pav. Surinkimo modelis

- visų dalių surinkimo ir agregavimo laikų suma yra lygi vienos neskaidytos ir vienoje vietoje renkamos pynės surinkimo laikui

$$T_S = t_A + \sum_{i=1}^n t_i, \text{ kur } t_A = A(n);$$

- laikas, kuris buvo sugaištas atitinkamoms dalims surinkti nebeįeina į agregavimo laiką.

Norint nustatyti tokio surinkimo savikainą, reikia laiką, kuris sugaišamas visam gaminiui surinkti (nepriklausomai ar surinkimas atliekamas lygiagrečiai ar nuosekliai) reikia padauginti iš savitosios kainos k . Skaičiuodami kainą, nevertiname jokių papildomų surinkimo proceso organizavimo kaštų, o tik sugaištą laiką, kuris šiuo atveju yra T_S – vieno neskaidyto ir vienoje vietoje renkamo gaminio surinkimo laikas. Taigi galima išreikšti šio modelio surinkimo savikainą:

$$K = T_S k. \quad (2)$$

Remiantis (1) ir antrąja modelio prielaida (T_S – pastovus), nepaisant to, į kiek dalių suskaidysime surinkimo technologinį procesą, surinkimo savikaina nesikeis.

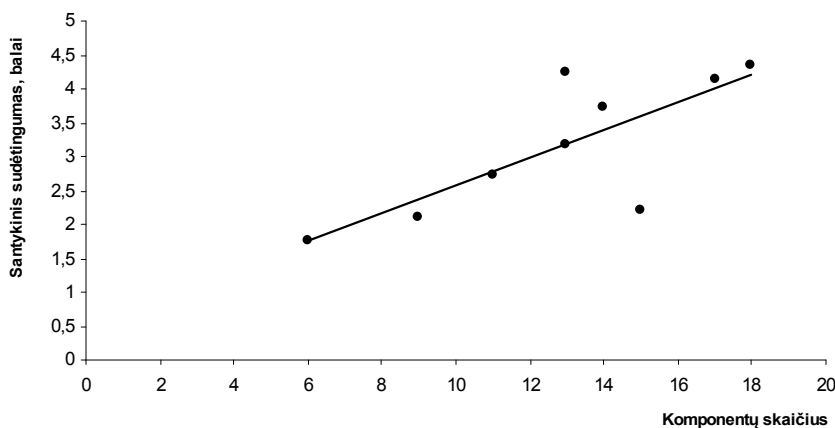
3. Skaidymo įtaka surinkimo sudėtingumui ir laikui

Nagrinėdami lygiagretų surinkimo modelį (1 pav.) rėmėmės prielaida, kad visas visų operatorių sugaištas laikas yra pastovus (t.y. $T_S = \text{const}$), o dabar tirsime šio laiko kitimą, galimai atsirandantį dėl gaminio skaidymo.

Pagal [5], toks surinkimo organizavimo būdas, kai operacijos yra lygiagrečios, atsiranda alternatyva nuosekliai surinkimo linijai. Be to darbe [5] apžvelgti konkretūs rezultatai, kaip naudojant surinkimo operacijų lygiagrečią, buvo pastebėtas produktyvumo padidėjimas, o kartu ir surinkimo savikainos bei sugaišto laiko mažėjimas. Tačiau darbe nebuvo pateikta jokio konkretaus teorinio modelio tam paaiškinti, tačiau apibendrinta, kad kiekviena surinkimo operacija, dėl savo specifikos ir sudėtingumo įtakoja darbo atlikimo efektyvumą ir produktyvumą. Kituose darbuose yra nagrinėjamas ryšys tarp įvairių surinkimo parametrų ir sudėtingumo. Štai darbe [6] buvo apibrėžti pagrindiniai surinkimo operacijos kintamieji, kurie įtakoja operatoriaus suvokiamą surinkimo operacijos sudėtingumą. Tarp šių kintamųjų yra ir komponentų skaičius, bei skirtingų operacijų skaičius gaminyje. Šie kintamieji yra ypač svarbūs nagrinėjant surinkimo skaidymą, kadangi būtent jie labiausiai kinta skaidant surinkimo procesą. Darbe [6] buvo nagrinėti ir įvairūs panašios struktūros produktai siekiant nustatyti kiekvieno kintamojo įtaką. 2 pav. pateikti gauti eksperimentiniai duomenys, kur abscisių ašyje pateiktas komponentų skaičius, o ordinačių – santykinis sudėtingumas išreikštas balais.

Iš darbe [6] atlikto eksperimento, akivaizdu, kad skirtingų komponentų skaičiaus kitimas, panašios struktūros gaminiuose, įtakoja gaminio santykinį sudėtingumą, kuris didele dalimi lemia operatoriaus galvojimo ir sprendimo priėmimo laiką.

Darbe [7] buvo nustatytas surinkimo laiko mažėjimas naudojant komponentų grupavimą surinkimo procese. Ten sugrupavus ir taip sumažinus skirtingų komponentų, iš kurių reikia rinktis tinkamą surinkimui, skaičių, buvo pastebėtas surinkimo laiko mažėjimas, kadangi operatoriui reikėjo mažiau laiko galvoti, kurį komponentą pasirinkti.



2 pav. Santykinio sudėtingumo priklausomybė nuo komponentų skaičiaus

Prie jau aptartų surinkimo operacijos kintamųjų, grįžtama [8]. Ten nagrinėjant realius surinkimo procesus įrodyta, kad surinkimo operacijos kintamieji gali būti panaudoti surinkimo laiko bei operatoriaus galvojimo laiko nuspėjimui. Pagrindiniai kintamieji, kurie lemia surinkimo sudėtingumą liko tie patys kaip ir [7]. Tarp jų ypatingai svarbūs yra komponentų skaičius, bei skirtingų surinkimo operacijų skaičius. Tam tikrą įtaką surinkimo sudėtingumui turi ir pati objekto struktūra ir šis efektas detalai ištirtas [9].

Yra padaryta nemažai tyrimų [10, 11] siekiant nustatyti kaip surinkimo sudėtingumas įtakoja surinkimo efektyvumą, bei spartą. [11] nustatyta, kad surinkimo užduoties sudėtingumas turi neigiamą įtaką užduoties įsisavinimo spartai, kuri aprašyta [12]. Sudėtingumas trukdo operatoriui greičiau įsisavinti užduoties algoritmą, bei didina operacijų užmiršimą, taigi lėtina surinkimo procesą.

4. Surinkimo laiko ir kainos mažėjimas

Toliau tirsime konkretaus gaminio (elektros instaliacijos komponento) surinkimo laiko mažėjimą dėl surinkimo proceso skaidymo. Skaidant surinkimo procesą kiekvienoje dalyje mažėja komponentų skaičius, o kartu ir surinkimo sudėtingumas, atitinkamos dalies surinkimo laikas mažėja ne tik dėl sumažėjusio komponentų skaičiaus (mažiau komponentų turės būti sumontuota), bet ir dėl to, kad dėl supaprastėjusio surinkimo net ir tas komponentų sumontavimas bus atliekamas greičiau, nei jis būtų atliekamas neskaidytame procese. Vadinasi antroji prielaida sudarant (1) funkciją pasikeičia:

$$T_s > t_A + \sum_{i=1}^n t_i .$$

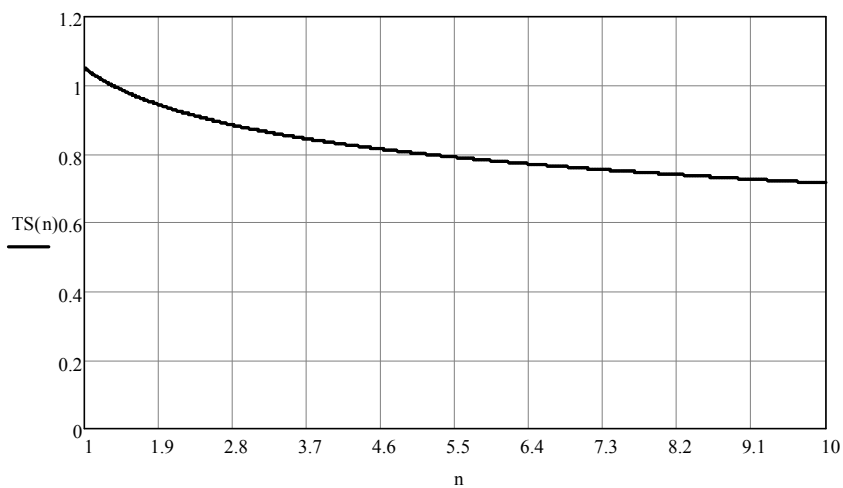
Remdamiesi prielaida, kad visas į n dalių suskaidyto gaminio surinkimo laikas vienodas, išnagrinėta literatūra ir darbe [4] gautu rezultatu, t. y.:

$$t_A \approx t_i, \text{ kur } i = 1, \dots, n$$

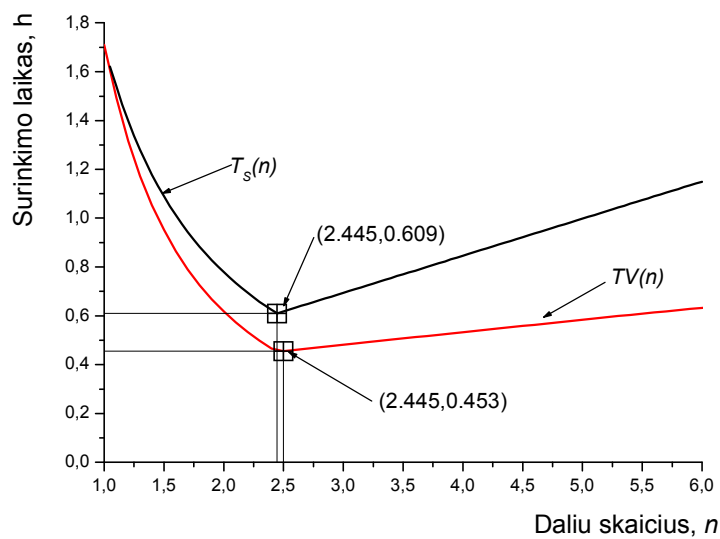
galime daryti išvadą, kad priklausomai nuo dalių skaičiaus n , visas laikas sugaištas gaminiui surinkti lygus:

$$TS(n) = T_s n^{\frac{1}{c}} ; \quad (3)$$

čia $TS(n)$ – viso surinkimo laiko funkcija, c – surinkimo parametras. Šios funkcijos grafikas pateiktas 3 pav.



3 pav. Surinkimo laiko mažėjimas kai $T_s = 1,05$ h , $c = 5$



4 pav. Surinkimo laiko funkcijų palyginimas

Nauja surinkimo laiko nustatymo funkcija $TV(n)$, įvertinanti viso surinkimo laiko sumažėjimą, išreiškiama:

$$TV(n) = \left(\frac{T_s - A(n)}{n} + A(n) + Q(n) \right) n^{-\frac{1}{c}}. \quad (4)$$

Nustatytą skaičiavimo funkciją (4) palyginkime su [4] nagrinėtu pavyzdžiu pasirenkant parametro c vertę 5. Palyginimas pateiktas 4 paveiksle. Iš jo akivaizdžiai matyti, kad naujas surinkimo modelis iliustruoja surinkimo laiko sumažėjimą (atitinkamai 0,609 h ir 0,453 h).

Toliau pagal nustatytą laiko išraišką (3), nustatysime kainos skaičiavimo funkciją. Tam tikslui į (2) įstatome (3):

$$K(n) = T_s k n^{-\frac{1}{c}}; \quad (5)$$

čia $K(n)$ kainos kitimo funkcija priklausomai nuo skaidymo dalių skaičiaus.

5. Išvados

1. Identifikuoti surinkimo parametrai darantys įtaką surinkimo sudėtingumui.
2. Nustatytas surinkimo laiko mažėjimas skaidant surinkimo procesą.
3. Pasiūlytas surinkimo laiko funkcija priklausanti nuo surinkimo dalių skaičiaus.
4. Suformuota funkcija, įvertinanti surinkimo laiko mažėjimą, bei palyginta su senesne, anksčiau nustatyta funkcija.
5. Nustatyta surinkimo kainos funkcija kaip priklausomybė nuo skaidymo dalių skaičiaus.

Literatūra

1. **Freiboth M., Frieling E., Henniges D., Saager C.** Comparison of different organisations of assembly work in the European automotive industry. International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 20, Issue 5, November 1997. ISSN 0169-8141. p. 357-370.
2. **Aguirre E., Raucent B.** Performances of wire harness assembly systems. Industrial Electronics, 1994. Symposium Proceedings, ISIE '94., 1994 IEEE International Symposium on 25-27 May 1994. p. 292 – 297.
3. **Tilindis J.** Automobilinės elektros instaliacijos komponento gamybos technologinis procesas ir jo optimizavimas. Bakalauro baigiamasis darbas, 2009, p. 50.

4. **Kleiza V., Tilindis J.** Models for Optimization of Total Assembly Time and Assembly Line Balancing. Proceedings of 4th International Conference ITELMS' 2009. ISBN 978-9955-25-705-9. p. 100-103.
5. **Engström T., Jonsson D., Johansson B.** Alternatives to line assembly: Some Swedish examples. International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 17, Issue 3, March 1996. ISSN 0169-8141. p. 235-245.
6. **Richardson M., Jones G., Torrance M.** Identifying the task variables that influence perceived object assembly complexity. Ergonomics, Vol. 47, Issue 9, July 2004. ISSN 0014-0139. p. 945-964.
7. **Madan M., Bramorski T., Sundarraj R.P.** The effects of grouping parts of ready-to-assemble products on assembly time: an experimental study. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 15, Issue 3, 1995. ISSN 0144-3577. p. 39-49.
8. **Richardson M., Jones G., Torrance M., Baguley T.** Identifying the Task Variables That Predict Object Assembly Difficulty. Human Factors, Vol. 48, Issue 3, Fall 2006. ISSN 0018-7208. p. 511-525.
9. **Prabhu G. V., Helander M. G., Shalin V. L.** Effect of Product Structure on Manual Assembly Performance. International Journal of Human Factors in Manufacturing, Vol. 5, Issue 2, Spring 1995. ISSN 1045-2699. p. 149-161.
10. **Kahya E.** The effects of job performance on effectiveness. International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 39, Issue 1, January 2009. ISSN 0169-8141. p. 96-104.
11. **Nembhard D. A., Osothsilp N.** Task complexity effects on between-individual learning/forgetting variability. International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 29, Issue 5, May 2002. ISSN 0169-8141. p. 297-306.
12. **Helander M.** A Guide to Human Factors and Ergonomics. CRC Taylor & Francis Group, New York: 2006. ISBN 0-203-64285-6. p. 281-290.

AUTOMOBILIO VIDAUS DEGIMO VARIKLIO PJŪVIO STENDO MAZGŲ ANALIZĖ IR LAIKANČIOJO RĖMO PROJEKTAVIMAS

Ž. Jakštas, A. Tautkus

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: variklis, stendas, pjūvis, rėmas.

1. Įvadas

Visi gerai žinome, kad studentams pateikta paskaitų medžiaga būtų kuo kokybiškesnė, aiškesnė ir naudingesnė, reikia pateikti kuo daugiau apčiuopiamų mokomųjų priemonių. Tokios priemonės padeda studentams įsisavinti daugiau žinių, suprasti kaip viskas atrodo iš tikrųjų. Dėl šio tikslo sukurtas mokomasis stendas, kurį sudaro variklis ir stovas.

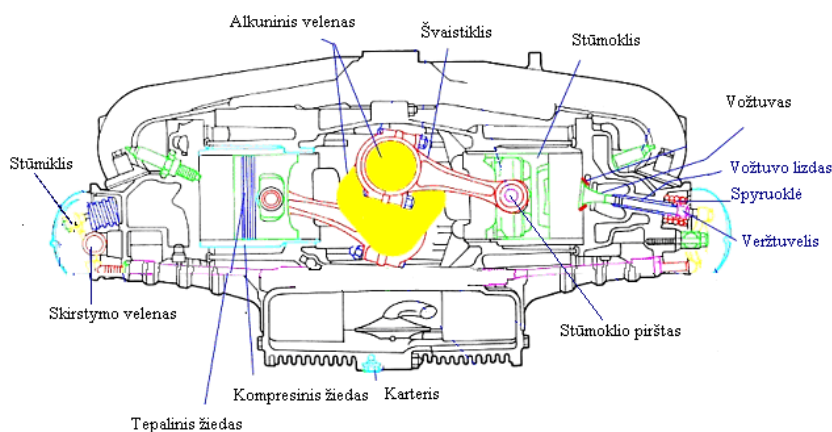
Stendo variklis yra benzininis, kitaip dar vadinamas Oto varikliu. Variklyje atlikti pjūviai, kurių dėka yra matoma variklio pagrindinių mechanizmų sandara. Variklis – automobilio „Subaru Baja“. Šis variklis yra neįprastos formos - horizontalus, opozicinis, angliškai vadinamas „flat“, todėl jis buvo pasirinktas šiam darbui. Stendas naudojamas kaip mokomoji priemonė studentams paskaitų ir laboratorinių darbų metu, aiškinant vidaus degimo variklio konstrukciją ir veikimo principą.

Žinome, kad stovai būna įvairių konstrukcijų ir pavidalo – horizontalūs, vertikalūs, pasvirę, vientisiniai, sudėtiniai. Stovo konstrukcija priklauso nuo stovo paskirties, jo medžiagos ir gamybos būdo. Nedidelių gabaritų stovai dažniausiai gaminami vientisiniai; didelių – gali būti sujungiami iš kelių dalių. Rėmo savybės lemia ir medžiagos, kurios turi užtikrinti rėmo patvarumą, ilgaamžiškumą.

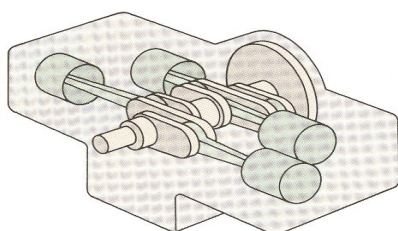
Taigi stovas turi atlaikyti jam suteiktą apkrovą, šiuo atveju „Subaru Baja“ variklį. Stovo konstrukcija projektuota paketo „Solidworks“ pagalba atliekant stipruminius skaičiavimus.

2. Variklio, naudojamo stendo gamybai, agregatų ir mazgų analizė

Variklio pagrindą sudaro bloke esantys cilindrai su galvute (galvutėmis), tepimo ir aušinimo sistemos (žr. 1 pav.) [1].



1 pav. Opozicinio variklio schema



2 pav. Opozicinis variklis

Cilindrai – tai variklio šerdis. Cilindre slankioja stūmoklis, švaistikliu sujungtas su alkūniniu velenu. Degusis mišinys arba oras į cilindrą patenka pro įsiurbimo vožtuvą. Mišiniui degant, karštos dujos spaudžia stūmoklį cilindre žemyn. Stūmoklio slankiojamąjį judesį švaistiklis verčia alkūninio veleno sukamuoju judesiu. Degant iš cilindro sudegusios dujos šalinamos pro išmetimo vožtuvą. Degimo procesas cilindre vyksta periodiškai, stūmokliui atliekant slankiojamąjį judesį [2].

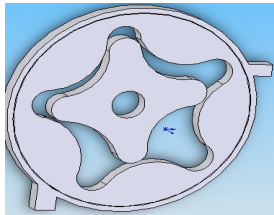
Stendo variklis turi keturis cilindrus, išdėstytus horizontaliai, todėl variklis vadinamas horizontaliu opoziciniu varikliu. Opozicinis (žr. 2 pav. [3]) variklis yra geriausiai išbalansuota variklinė konstrukcija. Kiekvieno stūmoklio porinis stūmoklis yra tarsi atsvara pirmajam. Kiekvienos poros inercinės jėgos tarpusavyje kompensuojasi ir vibracijos beveik nepasireiškia. Automobilių, turinčių opozicinius variklius, yra žemas masės centras, kas lemia automobilio stabilumą. Tačiau šie varikliai yra platūs, jų gamyba brangi.

Variklyje būtina tepimo sistema, nes variklyje daugybė dalių, kurios veikiamos didelių jėgų trinasi viena į kitą. Trinčiai sumažinti naudojamos

alyvos. Nuo šios sistemos priklauso variklio ilgaamžiškumas. Tepimo sistema pašalina dilimo produktus nuo trinties paviršių, valo alyvą, palaiko optimalią alyvos temperatūrą, mažina variklio galios nuostolius dėl trinties, gerina cilindrų ir stūmoklių sandarumą, aušina variklio detales, saugo jas nuo korozijos.

Stende naudojamo variklio tepimo sistema yra kombinuota. Alyva yra taškoma sukantis alkūniniam velenui, bei slėginiu siurbliu tiekama alkūninio veleno, dujų skirstymo velenėlio guoliams, ir kitiems mazgams. Tačiau priešingai nei vertikalaus tipo variklyje, čia alyvai grįžti į karterį sudėtingiau, nes variklio blokas ir galvutės yra horizontalioje padėtyje.

Stendo variklyje yra rotorinis tepalo siurblys (žr. 3 pav).



3pav. Rotorinio siurblio rotoriai

Rotoriniame siurblyje vidinis krumpliaratis suka ekscentriškai įstatytą išorinį krumpliaratį. Krumpliui judant iš tarpkrumplio didėja pastarojo tūris ir susidaro išretėjimas. Alyva teka į laisvą tarpkrumplį ir ten pernešama, kol alyva iš siurblio išstumiamas. Šis siurblys pasižymi dideliu našumu bei tyliai veikia, lyginant su kito tipo siurbliais, tačiau yra pakankamai brangus. Siurblių suka alkūninis velenas, ant kurio jis yra uždėtas ir prisuktas prie variklio bloko.

Stendo variklis turi priverstinę aušinimo sistemą. Sistemoje skystį cirkuliuoti verčia išcentrinis skystčio siurblys. Jis ataušintą skystį iš radiatoriaus apatinio bakelio per jungiamuosius vamzdžius tiekia į variklio bloko ir cilindrų galvutė ertmes, o karštą skystį pro termostatą nukreipia į radiatorių. Siurblių suka diržinė pavara.

3. Stendo laikančiosios konstrukcijos projektavimas

Norint suprojektuoti tinkamą eksploatacijai stovą, reikia žinoti, kokiomis sąlygomis ir kaip jis bus naudojamas. Šis stovas negali būti projektuojamas kaip stacionarus, nes visas stendas turi būti lengvai perkeliamas iš vienos vietos į kitą, t.y. perstumiamas. Stovas turi būti lengvas ir tvirtas, kad atlaikytų visą variklį [4].

Jei rėmą gamintume iš aliuminio – rėmas būtų labai lengvas ir tvirtas, tačiau pats aliuminis ir virinimas kainuoja brangiai. Todėl renkamės plieną.

Stendo variklio pjūvio rėmas buvo pagamintas iš plieno S235JR EN 10025 (žr. 1 lent.) naudojant suvirinimo operacijas ir:

- pilnavidurius stačiakampius profilius 20×20 EN 10 219;
- plokštes, kurių storis yra 5 mm.

Plieno S235JR EN 10025 galimas pakaitalas yra plienas Ст3кп GOST 380-71 (žr. 1 lent.).

Sudarytas rėmo erdvinis modelis naudojant automatizuoto projektavimo paketą „SolidWorks 2007“. Rėmo stiprumo ir atsparumo klupdymui analizė buvo atlikta taikant baigtinių elementų metodą. Rėmo skaičiavimas atliktas „CosmosWorks“ pagalba. Skaičiuojant buvo įvertintas rėmo savasis svoris.

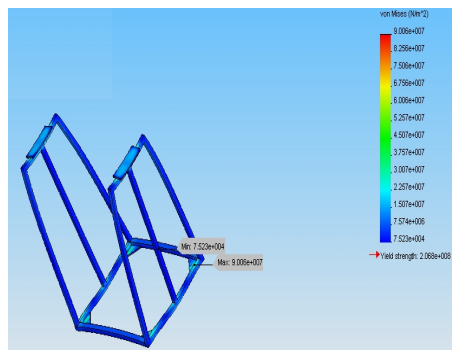
Atsargos koeficientas gali būti $s_{adm} = 2,0 \dots 2,5$. Stende naudojamo variklio masė yra 100 kg, atsargos koeficientą imame lygų 2,2, t.y. $s_{adm} = 2,2$.

Statinio stiprumo skaičiavimas atliktas „SolidWorks 2007“ pagalba. Matome, kad rėmą veikiantys įtempimai neviršija leistinųjų (žr. 4 pav.)

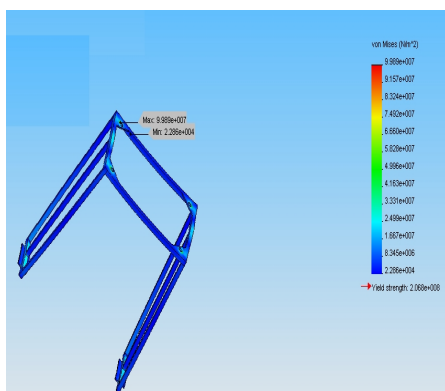
Deformavimo mastelis 50 : 1; maksimalūs įtempimai $\sigma_{i\ max} = 90\text{ MPa}$ (110 MPa > 90 MPa); atsargos koeficientas 2,3.

1 lentelė. Plieno S235JR EN 10025 ir galimo jo pakaitalo (plieno Ст3кп GOST 380-71) mechaninės charakteristikos [5]

Plieno markė ir standartas	Takumo riba σ_{yt} , MPa	Stiprumo riba σ_{ut} , MPa
S235JR EN 10025	235	340 ... 360
Ст3кп GOST 380-71	240	370 ... 470



4 pav. Įtempimų pasiskirtymas



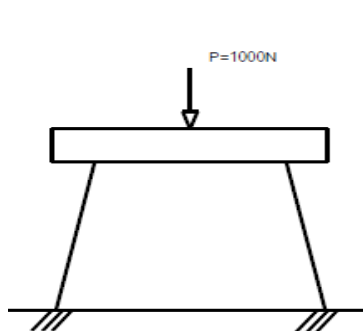
5 pav. Įtempimai, kai rėmas apkrautas netolygiai

Taip pat „Solidworks“ programos pagalba apskaičiuota, ar rėmas atlaikys apkrovas, jei jis bus apkrautas 200N besiskiriančiomis apkrovomis. Viena rėmo pusė apkrauta 600N, o kita 400N. Gauti tokie maksimalūs įtempimai (žr. 5 pav.).

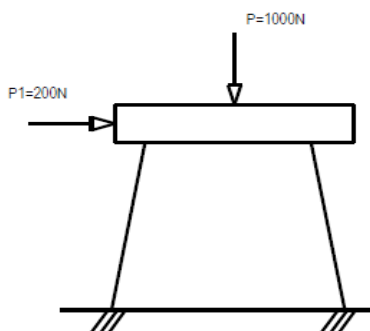
Matome, kad kiekvieną rėmo pusę apkrovus nevienodomis apkrovomis vis tiek maksimalūs įtempimai (99Mpa) neviršija leistinųjų. Taigi rėmo konstrukcija visiškai atlaikys variklio svorį bet koku atveju ir yra tinkama eksploatacijai.

Rėmą taip pat reikia patikrinti klūpdymui. Tai padaryti padės programos „Solidworks“ paketas „CosmosWorks“. Atsargos koeficientas turi būti ne mažesnis kaip 5.

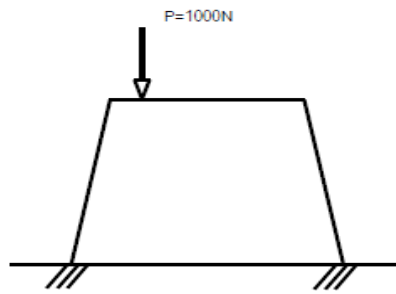
Pirmiausia rėmas yra apkraunamas jėga lygia variklio svoriui – 1000 N (žr. 6 pav.). Atsargos koeficientas tokio apkrovimo atveju lygus 2774. Didelis atsargos koeficientas rodo, kad rėmas tikrai nesuklups nuo variklio svorio.



6 pav. Rėmas apkrautas 1000N



7 pav. Rėmas apkrautas 1000N ir 200N



8 pav. 1000N tik ant vienos rėmo pusės

Kitu atveju rėmas yra apkraunamas variklio svoriu ir skersine jėga, pavyzdžiui, toks apkrovos atvejis galimas, kai į stendą atsirems studentas (žr. 7 pav.). Atsargos koeficientas mažesnis nei pirmuoju atveju – 500.

Trečias atvejis stendo apkrovimo toks, jei dedant variklį ant rėmo variklis bus netolygiai padėtas ir atsirems tik ant vienos rėmo pusės (žr. 8 pav.). Tokiu atveju atsargos koeficientas pats mažiausias ir lygus 21.

Pagal visus klupdymo atvejus matome, kad pasirinkta rėmo konstrukcija yra pakankamo stiprumo ir standumo.

4. Išvados

1. Pagamintas „Subaru Baja“ variklio mokomasis stendas padeda studentams paskaitų ir laboratorinių lengviau įsisavinti vadovėliuose pateiktus dalykus, suprasti variklio konstrukciją, veikimo principą, taip pat opozicinio variklio ypatumus.
2. Darbe atlikti skaičiavimai rodo, kad stovas pilnai atlaikys jam suteiktą apkrovą – automobilio variklį.

Literatūra

1. Oficiali „Subaru“ internetinė svetainė. Prieiga per internetą: <www.subaru.com> [žiūrėta 2009-03-15].
2. **Burkauskas A.** Automobilio eksploatacinės savybės. – Kaunas: Technologija, 1998. – 19 p.
3. Car Parts Discount – Auto Parts. Prieiga per internetą: <www.carpartsdiscount.com/auto> [žiūrėta 2009-03-29].
4. **Vizgaitis J.** Automobilių techninė priežiūra. – Vilnius, 2001. – 103 p.
5. Mašinų detalių kursinis projektavimas, pavarų detalių konstravimas, rėmai, movos ir tepimas. – Vilnius, 1982. – 123 p.

DAUGIASLUOKSNIŲ VAMZDŽIŲ KONSTRUKCIJOS IR TAIKYMAS

G. Šimaitė, L. Šimaitė, J. Bareišis

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: daugiasluoksniai vamzdžiai, vamzdžių konstrukcijos.

1. Įvadas

Vis dažniau spaudoje pasirodo straipsnių, raginančių atkreipti dėmesį į plika akimi nematomus pavojus – nekokybiškus vamzdynus. Ir naujas ir senas būstas reikalauja modernių šildymo, vandentiekio sistemų. Jų panaudojimas sumažina eksploatacines išlaidas, sprendžia būsto estetinius poreikius, užtikrina sistemos ilgaamžiškumą, patikimumą ir efektyvumą [1].

Šiuo metu rinka užpildyta įvairiausių rūšių vamzdžių ir jų sistemų, tiek plastikinių, tiek metalopolimerinių. Šie vamzdžiai populiarumu jau lenkia metalinius bei varinius. Metalopolimeriniai vamzdžiai nekoroduoja, jie atsparesni daugumai cheminių medžiagų. Jų populiarėjimą lemia ir griežtėjantys reikalavimai geriamo vandens kokybei bei ekonominiai išskaičiavimai – greičiau atliekami montavimo darbai, transportavimui reikia mažiau išlaidų [2].

Darbo tikslas: apžvelgti daugiasluoksnių vamzdžių konstrukcijas, jų sudėtį ir panaudojimą.

2. Daugiasluoksnių vamzdžių konstrukcijų taikymas

Daugiasluoksniai vamzdžiai naudojami geriamo vandens (vandentiekio) (1 pav., a), šildymo (grindų šildymo, centrinio šildymo) (1 pav., b, c) sistemoms. Kombinuoti aliuminio/plastiko vamzdžiai (daugiasluoksniai vamzdžiai) plačiausiai naudojami buitinėje technikoje. Šių daugiasluoksnių vamzdžių naudojimui numatomas didžiausias ateities potencialas. Šio tipo vamzdžiams būdingos teigiamos plastiko ir metalo savybės. Nors metaliniai vamzdžiai vertinami dėl formos išlaikymo ir mažo linijinio temperatūrinio plėtimosi, tačiau jiems būdingos korozijos, nuosėdų formavimosi ir geriamo vandens užteršimo sunkiaisiais metalais problemos. Be to, dėl didelio plieninių vamzdžių svorio juos sunkiau apdirbti, tam reikalingi specialūs įrankiai ir atitinkama kvalifikacija. Šių problemų galima išvengti naudojant iš sintetinių medžiagų pagamintus vamzdžius [2 ... 4].

3. Daugiasluoksnių vamzdžių tipai ir sandara

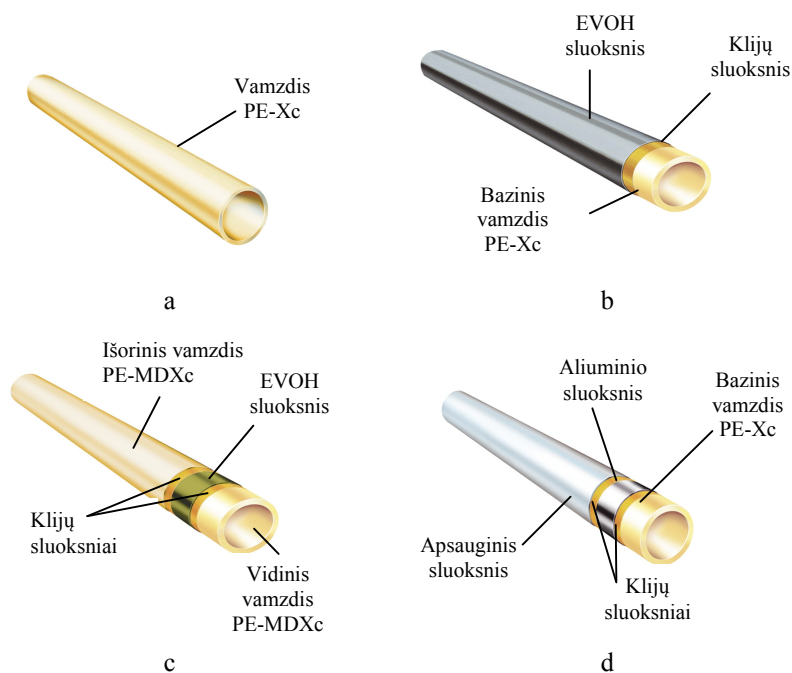
Šiuolaikinėse šildymo ir vandentiekio vamzdžių sistemose dominuoja PE-X (modifikuoto polietileno) ir daugiasluoksnių vamzdžių sistemos. PE-X vamzdis gaminamas iš sutankinto ir specialiu būdu apdoroto polietileno (PE), todėl PE-X vamzdis pasižymi itin dideliu atsparumu smūgiams ir įtrūkimams. Sutankinto polietileno vamzdžiai, priklausomai nuo gamybos būdo, būna trijų rūšių: PE-Xa – sutankintas peroksido pagalba, PE-Xb – sutankintas hidroksilikoniniu būdu ir PE-Xc – sutankintas elektronų srautu (1 pav., a). Vamzdžio antidifuziniam barjerui naudojamas etilenvinilalkoholio (EVOH) sluoksnis (1 pav., b, c).

Daugiasluoksnių vamzdžių konstrukcija sudaryta iš įvairių skirtingo skaičiaus sluoksnių: išorinio ir vidinio plastmasės, tarpinio aliuminio sluoksnių, ir juos tarpusavyje jungiančių adhezinių klijų. Jie tvirtai ir elastingai sujungia aliuminį vamzdį su modifikuoto polietileno sluoksniais. Klijų sluoksnis gana plonas, todėl plika akimi nematomas. Klijų sluoksniai yra būtini nes skirtingų savybių (temperatūrinio pailgėjimo, šiluminio laidumo koeficientai ir kitos mechaninės savybės) medžiagos turi sudaryti vientisą kompoziciją, siekiant sujungti geriausias metalo ir plastmasės savybes. Jeigu klijų sluoksnių nebūtų, tai lankstant vamzdį polietileniniai sluoksniai susiraukšlėtų. Be to jie galėtų laisvai pasislinkti aliuminio sluoksnio atžvilgiu. Tokiu atveju nebūtų galima užtikrinti jungiamųjų dalių ir vamzdžio sandarumo ir t. t.

Polietilenas gali būti: mažo tankio – L.D. (Low Density), vidutinio tankio – M.D. (Medium Density) ir didelio tankio – H.D. (High Density) [4 ... 5].

Tarp gamintojų nusistovėjo nuostata, kad aliuminis (Al) yra tinkamiausias metalas daugiasluoksnių vamzdžių gamybai. Tuo tarpu plastmasių paletė naudojama išoriniams ir vidiniams sluoksniams formuoti, yra pakankamai plati. Didesnę taikomų plastmasių paletės dalį sudaro daugiasluoksnių vamzdžių pagrindas – polietilenas (PE). Šios plastmasės rūšys būna skirtingos, tačiau taikomos tik: PE-RT aukšto temperatūrinio atsparumo polietilenas, PE-X (1 pav., a, b, d) aukšto tankio modifikuotas polietilenas, PE-MDX (1 pav., c) vidutinio tankio modifikuotas polietilenas, PE-HD aukšto tankio polietilenas (naudojamas tik išoriniam sluoksniui). Taip pat taikomos ir kitos plastmasės rūšys: PB (polibutenas) arba PP (polipropilenas), tačiau polibutenas nepopuliarus dėl kainos ir kai kurių techninių savybių, o vamzdžių sistemų iš polipropileno montavimas yra sudėtingesnis [6].

Esminiai skirtumai, kurie nulemia vamzdžio kokybę, yra vidinį sluoksnį sudarančio PE sukryžminimo būdas (PE-Xa; PE-Xb; PE-Xc). Populiariausias ir geriausias yra PE-Xc. PE-Xa gamyba yra brangiausia, o gamybos procesas gana sudėtingas. PE-Xc vamzdis yra mažiau lankstus, tačiau atlaikotą patį darbinį slėgį ir temperatūrą kaip ir PE-Xa. (Daugiasluoksnių



1 pav. Įvairios paskirties vamzdžių konstrukcijos: a – vamzdis vandentiekui PE-Xc; b – vamzdis šildymo sistemoms PE-Xc; c – vamzdis šildymo sistemoms PE-MDXc; d – universalus daugiasluoksnis vamzdis PE-Xc\Al\PE [7].

vamzdžių lankstumo problema nėra aktuola, nes vamzdžio formą išlaiko vidinis aliuminio sluoksnis).

Kadangi Lietuvoje nėra oficialiai išleistų ir įteisintų daugiasluoksnius vamzdžius reglamentuojančių normatyvinių dokumentų, remiamasi tarptautiniais arba Europos sąjungos šalių standartais: DIN, DVGW, SKZ, KTW, ISO, RAL, ASTM ir kt. [6].

Svarbiausi yra du daugiasluoksnių vamzdžių tipai:

1. Pirmajame tipe naudojamas standartinis PE-Xc vamzdis, turintis papildomą aliuminio sluoksnį. Aliuminis skirtas tik deguonies difuzinio barjero ir vamzdžio formos stabilumo užtikrinimui. Šiuo atveju slėgimą didžiąja dalimi išlaiko vidinis PE-Xc vamzdis. Šio tipo daugiasluoksniai vamždžiai yra patys patikimiausi.
2. Antrajame tipe aliuminio sluoksnis yra slėgimą išlaikanti sudėtinė vamzdžio konstrukcijos dalis. Šiuo atveju naudojamas mažesnis sintetinės

medžiagos sluoksnio storis, turintis neigiamą įtaką mechaninėms vamzdžio savybėms.

Sluoksnių storiai. Dauguma gamintojų naudoja storą *aliuminio sluoksnį* – 0,4 mm (nuo Ø 14 mm iki Ø 20 mm) ir 0,5 mm (nuo 26 mm iki Ø 40 mm). Kitų gamintojų šis sluoksnis gali būti ir plonesnis, net iki 0,2 mm.

Klijų sluoksnis gana plonas, todėl plika akimi nematomas.

Izoliacijos sluoksnio PE storis priklauso nuo vamzdžio rūšies: vandentiekio vamzdžiui – 9 mm, šildymo vamzdžiui 13 arba 26 mm, universaliam daugiasluoksniui vamzdžiui 9 arba 26 mm [6].

4. Daugiasluoksniams vamzdžiams naudojamų medžiagų charakteristikos

Ilgamžiškumas. Labai nedaug medžiagų yra išbandytos taip kaip vamzdis PE-X – dešimties metų trukmės atsparumo slėgiui testas prie 95°C, bei nuo 1972 metų iki šiol vykdomas nenutrūkstantis mechaninio patvarumo testas – ir tai tik keli pavyzdžiai. Medžiaga išbandyta ir vis dar bandoma įvairiausiomis sąlygomis ilgą laiką (1 lent.).

Lankstumas. Dar vienas privalumas, lyginant su metaliniais vamzdžiais. Nėra būtinybės montuoti kompensacijų, esant dideliems vamzdinių ilgams.

Terminė atmintis. Medžiaga sugrįžta į savo pradinę formą tada, kai yra įkaitinama iki suminkštėjimo temperatūros. Ši charakteristika naudojama, gaminant labai patikimus sandarinimo prietaisus.

Trinties koeficientas. Ypatingai mažas vamzdinių trinties koeficientas lemia minimalius slėgio nuostolius sistemoje bei neleidžia kauptis nuosėdoms ant vamzdinių sienelių.

Atsparumas aukštoms temperatūroms. Maksimali darbinė temperatūra – 95°C, tačiau vamzdynai išlaiko net iki 120°C temperatūrą (yra slėgio ir laiko apribojimų) (1 lent.).

1 lentelė. Vamzdžių konstrukcijų darbo sąlygos [8 ... 9]

Vamzdžiai	Slėgiai	Temperatūra
Vamzdis vandentiekiiui PE-Xc (1 pav., a)	10 Bar	90°C
Universalus daugiasluoksnis vamzdis PE-Xc\Al\PE (1 pav., d)	10 Bar	95°C
Vamzdis šildymo sistemoms PE-Xc (1 pav., b)	10 Bar	95°C
Vamzdis šildymo sistemoms PE-MDXc (1 pav., c)	6 Bar	90°C

Mažas svoris. Vamzdynas sveria tiek, kiek svertų metalinio vamzdžio dalis. Dažniausiai tai tik papildomas privalumas, tačiau kartais gali būti ir lemiamas veiksnys.

Atsparumas įbrėžimams. Vamzdis PE-X nesusilpnėja braižant. Dėl to vamzdžius galima kloti tiesiai į akmenuotą gruntą be papildomo brangaus paruošimo.

Atsparumas dilimui. Ypatingai geros mechaninio atsparumo charakteristikos: erozijos ir korozijos poveikio nėra net esant ypatingai dideliame vandens greičiui. Dėl šios priežasties PE-X naudojamas kietų aštrių dalelių (pvz. abrazyvinio smėlio) transportavimui.

Vibracijos slopinimas. Vamzdis PE-X slopina vibraciją bei yra atsparus jai. Nebelieka būtinybės jungti vibraciją slopinančias jungtis (kaip prie metalinių vamzdynų) – paprastesnis montavimas.

Išlaiko ekstremalų šaltį. Ypatingas tvirtumas išlieka net prie minus 100°C. Ši savybė naudojama šaldymo sistemose (pvz. įrengiant ledų arenas).

Plastiškumas. Tai suteikia puikią galimybę jais pakeisti deformuotus metalinius vamzdžius.

Atsparumas agresyviems chemikalams. Daugelis cheminių medžiagų, galinčių pažeisti įprastus plastikinius vamzdynus, nedaro jokio poveikio PE-X vamzdžiui. Medžiaga atspari daugumai chemikalų net esant aukštomis temperatūroms.

Garso slopinimas. Vamzdis PE-X absorbuoja garsą. Vamzdynais be pavojingo triukšmo galima transportuoti kietąsias medžiagas (pvz., medžio drožles).

Švara ir minimalus poveikis aplinkai. Vamzdis PE-X neišskiria jokių kenksmingų medžiagų, todėl yra naudojamas ne tik geriamo vandens transportavimui, bet ir medicinos įrangos gamyboje [10].

5. Išvados

Atlikta literatūros apžvalga, leidžia teigti, kad daugiasluoksniai vamzdžiai yra labai kokybiški ir patikimi. Šio tipo vamzdžiams būdingos teigiamos plastiko ir metalo savybės. Jeigu svarbi higiena, patikimumas ir kokybė, tai šie vamzdžiai yra tinkamiausias pasirinkimas.

Literatūra

1. Daugiasluoksnių vamzdžių sistema. Prieiga per internetą: <<http://www.jts.lt/lt.php/produktai/santechnika/daugiasluoksniu-vamzdziu-sistema>> [žiūrėta 2009-11-27].
2. Situacija vidaus vamzdynų rinkoje. Prieiga per internetą: <<http://www.amsprojektai.lt/konsultavimas.html>> [žiūrėta 2009-11-30].

3. Įvairūs daugiasluoksniai vamzdžiai. Prieiga per internetą:
<http://www.tece.lt/index.php?exp=1&s_id=5&n_id=4&lang=lt> [žiūrėta 2009-11-30].
4. TECE sistemos aprašymas. Prieiga per internetą:
<http://www.alaiva.lt/index.php?cPath=28_52> [žiūrėta 2009-11-30].
5. Vamzdynai. Prieiga per internetą: <http://www.e-santechnika.lt/preke/vamzdynai/plastikiniai_vamzdziai_vamzdynai/rec_1867> [žiūrėta 2009-11-30].
6. Henco. Prieiga per internetą: <http://www.takara.lt/index.php?option=com_content&task=view&id=204&Itemid=9> [žiūrėta 2009-11-30].
7. Tece flex – montavimas, projektavimas. Prieiga per internetą:
<http://www.tece.lt/files/TECEflex_bukletas_LT.pdf> [žiūrėta 2009-11-30].
8. TECElogo techninė informacija. Prieiga per internetą: <http://www.tece.lt/files/TECElogo_tech_info_2009_LT.pdf> [žiūrėta 2009-11-30].
9. Sistemos aprašymas. Prieiga per internetą: <http://www.tece.lt/files/Sistemos_aprasymas.pdf> [žiūrėta 2009-11-30].
10. Uponor pex sistemos – patirtis ir patikimumas. Prieiga per internetą:
<<http://www.city24.lt/client/city24client;jsessionid=00C1031AC0D9D2642F0D0CD33CC55316?&pageId=15&objId=NewsObject&stateId=NewsArticle&eventId=NewsArticleEvent&articleId=47106>> [žiūrėta 2009-11-30].

ELEKTROS KRŪVIŲ SRAUTŲ VALDYMAS TERMIJONINIUOSE KEITIKLIUOSE

A. Pakarklis, L. Urbanavičiūtė
KTU Panevėžio instituto elektros inžinerijos katedra

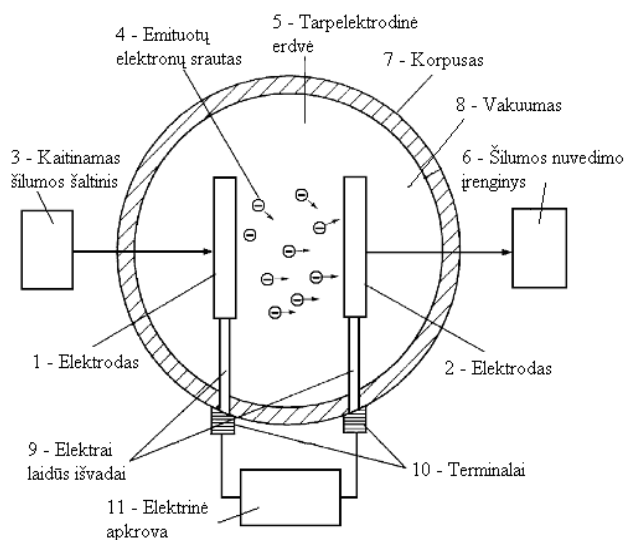
Raktiniai žodžiai: termijoninis keitiklis, elektros krūvių srautai.

1. Įvadas

Termijoniniuose keitikliuose su vakuumo tarpu tarp elektrodų šiluminiai mainai vyksta spinduliuojant energiją [1 ... 2]. Tai yra daug kartų mažesni šiluminiai mainai, lyginant su šiluminiais srautais kietame kūne. Toks termijoninis keitiklis gali atlikti dvi funkcijas:

- elektros energijos generatoriaus;
- šiluminio siurblio.

Termijoniniai vakuuminiai keitikliai dažniausiai vaizduojami kaip konstrukcinis įrenginys, surinktas iš atskirų mazgų (1 pav.). Termijoninis keitiklis turi du elektrodus 1 ir 2. Elektrodas 1 kaitinamas šilumos šaltinio 3



1 pav. Termijoninio keitiklio konstrukcija

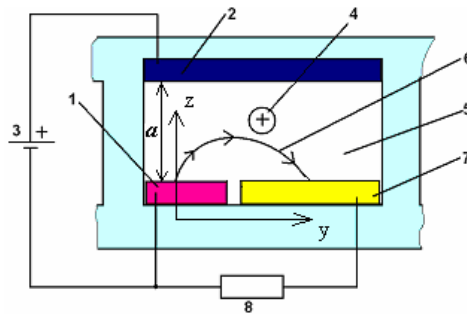
emituoja elektronus 4. Elektronų srautas 4 skrieja per tarpelektrodinę erdvę 5 ir patenka į elektrodą 2. Pastarasis dažnai vadinamas kolektoriumi ir yra šaldomas šilumos nuvedimo įrenginiu 6. Elektrodai 1 ir 2 patalpinti korpuso 7, dažniausiai tai stiklinė kolba, viduje, kuriame yra sudarytas vakuumas 8. Elektrodai 1 ir 2 turi elektrai laidžius išvadus 9, kurie korpuso išorėje sujungti su terminalais 10. Prie terminalų prijungta elektrinė apkrova 11.

Vakuuminė tarpelektrodinė erdvė 5 yra geras šilumos izoliatorius – šiluma iš elektrodo 1 į elektrodą 2 perduodama tik spinduliavimo būdu. Išsiskirianti elektrinė galia apkrovoje 11 priklauso nuo elektrodų 1 ir 2 temperatūrų, jų paviršiaus elektronų išlaisvinimo darbo, tarpelektrodinio atstumo, vakuumo gylio, elektrinių ir magnetinių laukų stiprio ir orientacijos.

2. Tyrimo objektas

Yra iškelta idėja, kad pasinaudojant termijoninių keitiklių veikimo principu ir šaltų katodų savybėmis, būtų galima sukurti 2 pav. pateiktos konstrukcijos termijoninį keitiklį, kuris turėtų pranašumų prieš atsinaujinančius energijos šaltinius, tokius kaip saulės, vėjo, geoterminės, vandens ar biokuro energiją. Elektros energiją būtų galima gauti daug paprasčiau ir lengviau. Keitiklis elektros energiją gamintų dieną ir naktį, o tai kiek jos būtų pagaminta priklausytų tik nuo aplinkos temperatūros (kuo aukštesnė temperatūra tuo daugiau).

Tokio keitiklio veikimo principas būtų toks: emiteris 1 emituoja elektronų srautą 6. Pagalbinis elektrodas 2, prie kurio prijungtas pagalbinis šaltinis 3, sukuria elektrinį lauką, kuris įgreitina emituotus elektronus, o taip pat padidina emisijos srovę. Vakuuminės kameros 5 ertmę statmenai kerta papildomo magnetinio lauko linijos. Dėl šio magnetinio lauko 4 elektronų srautas juda kreivliniškai ir patenka į kolektorių 7. Kolektoriaus 7



2 pav. Termijoninio keitiklio konstrukcija: 1 – emiteris; 2 – pagalbinis elektrodas; 3 – pagalbinis šaltinis; 4 – magnetinio lauko kryptis; 5 – vakuuminė kamera; 6 – elektronų srautas; 7 – kolektorius; 8 – apkrova; z ir y – ašių kryptys; a – atstumas tarp emiterio ir pagalbinio elektrodo

emituoti elektronai, taip pat veikiami magnetinio lauko nukrypsta tolyn nuo emiterio ir ten nepatenka. Magnetinio lauko stipris ir papildomo šaltinio 3 įtampa parenkamos tokios, kad emiterio emituoti elektronai 6 nepatektų į papildomą elektrodą 2.

Kadangi šioje nedidelėje konstrukcijoje veikia elektrostatinis laukas, erdvinio krūvio laukas, magnetinis laukas, emituoti elektronai turi pasiskirstymą pagal greičius bei kampus emiterio plokštumos atžvilgiu, tai pradžioje bus atliekami tokio keitiklio modeliavimo darbai, kurie leis nustatyti reikiamus keitiklio parametrus: elektrodų dydį, jų išdėstymo tvarką ir atstumus tarp jų.

3. Elektrono trajektorijų modeliavimas

Pirmiausia buvo sumodeliuotos tokio keitiklio elektronų trajektorijos galimiams jo parametrams nustatyti. Elektromagnetinė jėga, veikianti iš emiterio išlėkusį elektroną, yra:

$$F_L = F_e + F_m = q_0 E + q_0 v B; \quad (1)$$

čia: F_e ir F_m – atitinkamai elektrinio ir magnetinio lauko jėga; q_0 – elektrono krūvis; E – elektrinio lauko stipris; v – elektrono greitis; B – magnetinio lauko indukcija.

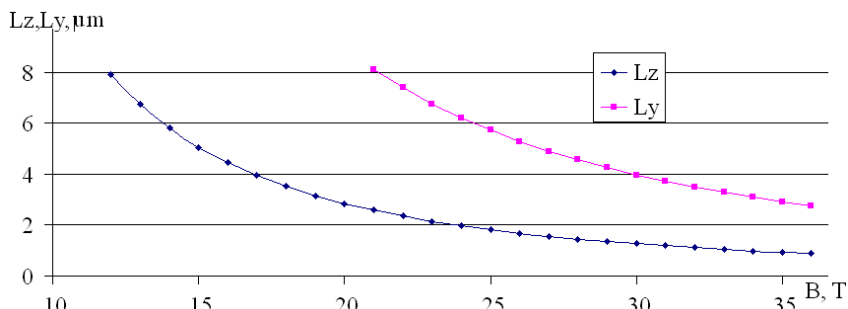
Įvertinus šią jėgą, gaunama tokia diferencialinių lygčių sistema elektronų trajektorijoms apskaičiuoti:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dv_z}{dt} = -\frac{1}{m_e} \frac{B q_e v_y}{L_z} + \frac{1}{m_e} q_e E_z; \\ \frac{dv_y}{dt} = \frac{1}{m_e} \frac{B q_e v_z}{L_z} + \frac{1}{m_e} q_e E_y; \\ \frac{dL_z}{dt} = v_z; \\ \frac{dL_y}{dt} = v_y; \end{array} \right. \quad (2)$$

čia: m_e – elektrono masė; L_z ir L_y – elektrono kelias atitinkamai z ir y ašių kryptimis.

Norint iš „šaltos“ medžiagos „ištraukti“ elektroną, reikia, kad prie emiterio paviršiaus elektrinio lauko stipris būtų 10^8 V/m. O kad iš emiterio išlėkęs elektronas nespėtų nuskrieti iki pagalbinio elektrodo ir būtų užlenkiamas taip, kad patektų į kolektorių, reikia atitinkamo dydžio magnetinio lauko jėgos. Todėl modeliuojant, E_z buvo palaikomas 10^8 V/m, o magnetinio lauko indukcija B didinama tol, kol elektrono kelias z ašies kryptimi $L_z < 1 \mu\text{m}$. Šitaip užlenkiant elektroną, tarpelektrodis atstumas a

galėtų būti $1\ \mu\text{m}$ ir, norint gauti elektrinio lauko stiprį $10^8\ \text{V/m}$, užtektų tarp elektrodų palaikyti $100\ \text{V}$ potencialų skirtumą.



3 pav. Elektrono kelio L_z ir L_y priklausomybė nuo magnetinės indukcijos B

Tačiau 3 pav. pateikti modeliavimo rezultatai rodo, kad kai elektrinio lauko stipris $E_z = 10^8\ \text{V/m}$, norint tarpelektrodinį atstumą a turėti $1\ \mu\text{m}$ dydžio, reikia sukurti magnetinį lauką, kurio indukcija B yra virš $30\ \text{T}$. Tokio lauko sukurti realiai neįmanoma. Todėl reikia mažinti elektrinio lauko stiprį E_z . Modeliavimo rezultatai, sumažinus E_z , pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Modeliavimo rezultatai

Elektrinio lauko stipris E_z , V/m	Greitis v_z , m/s	Magnetinė indukcija B , T	Kelias L_z , μm	Kelias L_y , μm
10^3	10 000	0,115	1,085	2,955
10^4	30 000	0,365	1,06	2,907
10^5	95 000	1,155	1,059	2,904

4. Išvados

1. Tarp emiterio ir pagalbinio elektrodo elektrinio lauko stipris E_z turi būti mažesnis nei $10^8\ \text{V/m}$, nes kitu atveju negalėsime sukurti reikiamo magnetinio lauko skriejančiam elektronui užlenkti.
2. Elektrinio lauko stipris $10^8\ \text{V/m}$ reikalingas tik prie emiterio paviršiaus, taigi emiteris bus modeliuojamas smaigalio formos, o jo viršūnėlė užapvalinta. Dėl tokios formos prie viršūnės susidarys didesnis elektrinio lauko stipris, nei tarp elektrodų, kuriems užduotas potencialų skirtumas.

Literatūra

1. Microminiature Thermionic Converters-USP-2001-006294858. p. 1 – 2.
2. **Kevin R. Zavadil**. Low Work Function Thermionic Emission Materials. 1999. p. 3 – 4.

MOBILAUS ROBOTO MEMS TIPO KOMPASO PARAMETRŲ TYRIMAS

A. Gaurilka, V. Sinkevičius

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: roboto orientacija, žemės magnetinis laukas, kompasas modulis HM55B, tyrimas.

1. Įvadas

Maždaug prieš 4500 metų kinai pastebėjo, kad, padėjus pailgą magnetą ant plaukiančio upe medžio gabalo, šis visada pasisukdavo ta pačia kryptimi. Pritaikius šį pastebėjimą, ir buvo išrasta kompasas rodyklė – įmagnetintas plieno strypelis, galintis laisvai sukotis [1].

Sparčiai besivystant elektronikos pramonei, pinga elektronikos elementų gamyba, mažėja jų matmenys, energijos sąnaudos ir plečiasi panaudojimo galimybės. Nuo 1921 m. sąvokos „robotas“ sukūrimo iki šių dienų pagrindinis konstruktorių [2], inžinierių ir projektuotojų uždavinys – sukonstruoti robotą, galimybėmis prilygstantį žmogui. Šis tikslas ir šiandien išlieka pagrindiniu uždaviniu. Siekdami šio tikslo žmonės tobulina robotus išrasdami įvairių rūšių aplinkos suvokimo jutiklius, mažindami jų matmenis ir elektros energijos sąnaudas, kurios tiesiogiai įtakoja mobilaus roboto veiklumo trukmę. Roboto jutikliai tapatinami žmogaus jutimo organams, todėl integruojant į robotą skirtingos rūšies jutiklius, kompensuojamos tam tikrų jutiklių aklumo arba neveikumo zonos arba plečiamas, tikslinamas aplinkos suvokimas.

Šiandien naujos technologijos kompasą leidžia sutalpinti į $1,328 \text{ cm}^2$ ploto plokštelę su dar mažesnių matmenų MEMS mikroschema, o jo panaudojimo galimybės priklauso nuo robotų tipų ir paskirties.

Darbo tikslas: ištirti mobilaus roboto MEMS tipo kompasas modulio HM55B tikslumą, kai jis pasviręs skirtingomis kryptimis ir skirtingais kampais nuo horizontalios plokštumos.

2. Kompasas modulis

Tai vienas iš pagalbinių jutiklių „Boe-Bot“ robotui, leisiančių jam orientuotis aplinkoje, kurioje optinis, ultragarsinis jutikliai dėl aplinkos sąlygų

yra „akli“, be to jis gali būti panaudotas kaip primityvi navigacinė priemonė, nesudėtingiems judėjimo uždaviniams vykdyti.

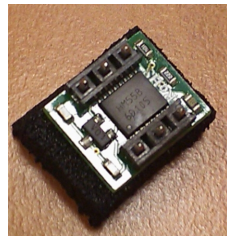
HM55B mikroschema pagaminta pagal MEMS technologiją. MEMS (Mikro Elektro Mechaninės Sistemos) sudarytos iš komponentų nuo 1 iki 100 mikronų dydžio (t.y. $0,001 \div 0,1$ mm). Dažniausias MEMS įrenginių dydis yra nuo 20 mikrometrų iki milimetro. Nano ir mikro mašinos yra integruoti elektromagnetiniai nano ir mikro mastelio judesio mechanizmai, kurie verčia fizikinius dirgiklius į elektrinius ar mechaninius signalus ir atvirkščiai, bei atlieka įjungimo (actuation) ir jutimo (sensing) funkcijas [3].

Hitachi HM55B kompasio modulis turi dvi statmenas tarpusavyje ašis: X ir Y. Kiekvienoje ašyje matuojamas magnetinio lauko stipris. Iš šių dviejų ašių signalų yra apskaičiuojama magnetinio lauko, kuriame kompasas patalpintas, vektoriaus kampas θ (2 pav.) [4].

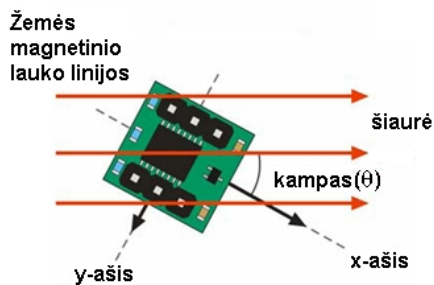
Kompaso modulio techniniai duomenys pažymėti instrukcijoje nurodytais simboliais ir pateikti lentelėje 2 [4].

Kompaso modulio matmenys pateikti 3 pav. [4].

Kompaso tikslumas priklauso nuo geografinės padėties. Žemės magnetinio lauko stipriai skiriasi, jo stiprių pasiskirstymas parodytas 4 pav. [5].



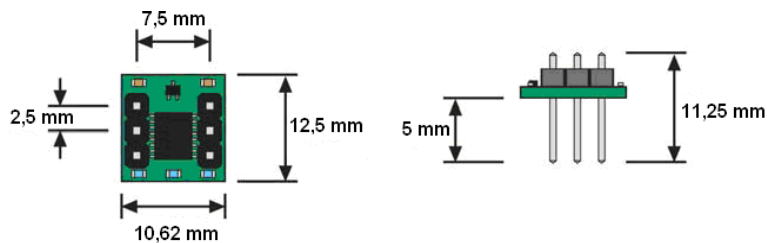
1 pav. Hitachi HM55B kompasio modulis



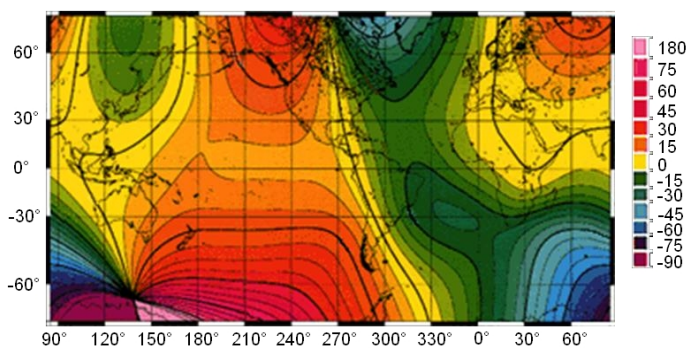
2 pav. Kompaso modulio ašių išdėstymas ir matavimo principas

2 lentelė. Kompasso modulio HM55B techniniai duomenys

Simbolis	Savybė	Min.	Normalus	Maks.	Vienetai
B_{SE}	Jautrumas	-	1.0	1.6	$\mu\text{T/Isb}$
H	Linijinio matavimo skalė	-180	-	180	μT
d_θ	Ašies kompensavimas	-	-	36	$^\circ$
T_{CONV}	Perskaičiavimo laikas	-	30	40	ms
T_{OPE}	Darbinė aplinkos temperatūra	-20	-	85	$^\circ\text{C}$



3 pav. Kompasso HM55B modulio matmenys



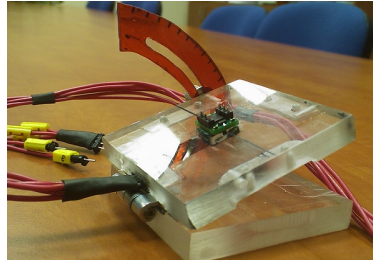
4 pav. Žemės magnetinio lauko stiprio žemėlapis mT

3. Eksperimentas

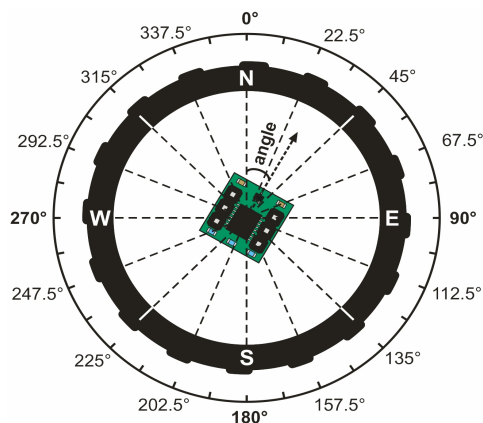
Eksperimento tikslas: nustatyti kompasso modulio parodymų tikslumą kai jis pakrypęs keturiomis kryptimis ir 5, 10, 15 ir 20 laipsnių nuo horizontalės. Tai aktualu nes robotui važiuojant į įkalnę arba leidžiantis nuokalne, apsisukinėjant, važiojant per kliūtis arba pasvirusiu paviršiumi, keičiasi kompasso parodymai.

Kalibravimui sukurtas specialus stendas kompasio moduliui įstatyti (5 pav.). Stendas patogus tuo, kad nereikia sukioti viso roboto reikalaujamomis kryptimis. Stendas pagamintas iš dviejų organinio stiklo plokštelių su keturiomis vyrio tvirtinimo vietomis, kurios leidžia kompasą paversti viena iš keturių kryptų.

Atspausdinta kompasio skalė (6 pav.) pritvirtinama prie stalo. Kompasio modulio priekis pakeliamas 5 laipsniais, sukamas ratas pagal sugraduotus laipsnius kas 22.5 laipsnio ir užrašomos parodymų skaitinės vertės. Eksperimentas kartojamas su 10, 15 ir 20 laipsnių posvyrio į horizontą kampu, visoms keturioms (į priekį, atgal, į kairę ir dešinę) posvyrio kryptims.



5 pav. Kompasio modulio laikiklis-stendukas

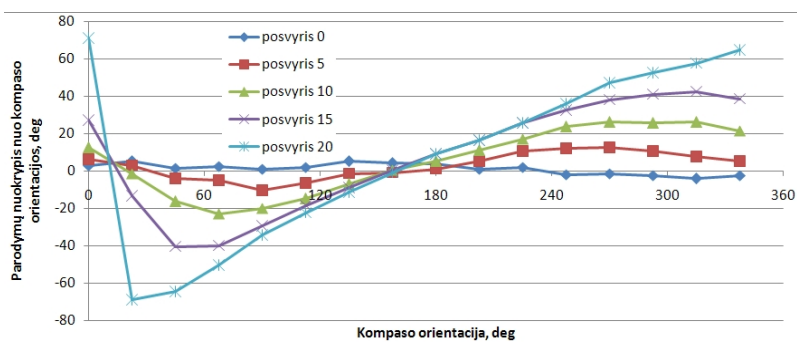


6 pav. Atspausdintas kompasio maketas

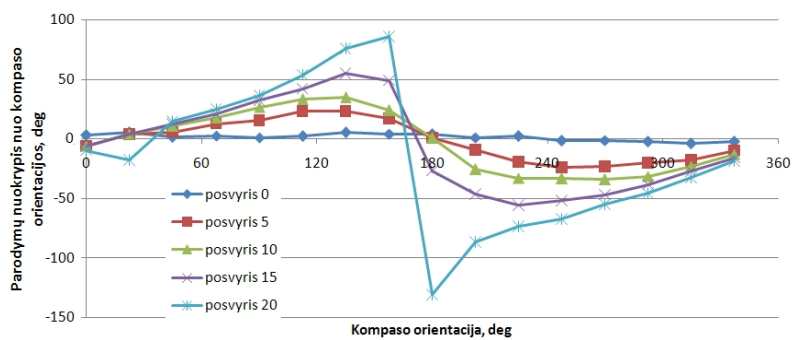
4. Eksperimento rezultatai

Eksperimento metu buvo atlikti keturi pasisukimo kompleksai. Vieną apsukimo kompleksą sudarė keturi apsukimai kai kompasas paverstas į vieną pusę skirtingais pasvirimo kampais. Eksperimento duomenys pateikti lentelėse,

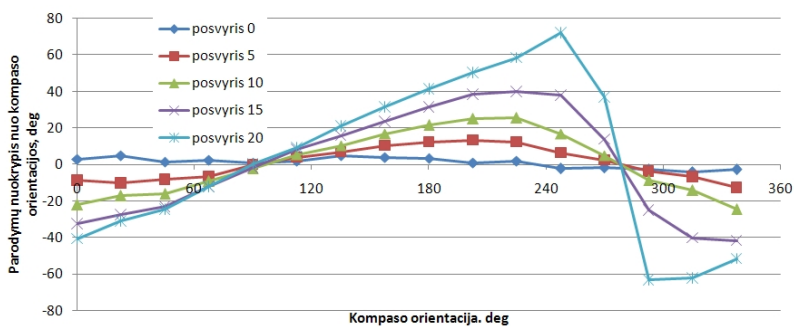
Iyginant išmatuotus laipsnius nuo šiaurės magnetinio poliaus su paruošto etalono padėtimis, priklausomai nuo kompasio modulio pasvirimo kampo (7, 8 pav.).



7 pav. Eksperimento duomenys kai pakeltas kompasio priekis



8 pav. Eksperimento duomenys kai pakeltas kompasio galas



9 pav. Eksperimento duomenys kai pakeltas kompasio kairys šonas

Kompasso modulio paklaida, kai jis horizontalioje padėtyje, yra 2,72 laipsniai. Iš duomenų lentelės matyti, kad didėjant pasvirimo kampui paklaida irgi didėja. Keičiantis pasvirimo kampui kas 5 laipsniais, paklaida nuo tikros reikšmės didėja vidutiniškai 9,22 laipsnio

5. Išvados

1. Mažiausios krypties paklaidos gaunamos kai žemės magnetinio lauko linijas kerta viena iš kompasų ašių 90 laipsnių kampu.
2. Vidutinės paklaidos nuo tikrų reikšmių kai kompasas pasviręs 5, 10, 15 ir 20 yra atitinkamai 6,19, 18,9, 32,63 ir 39,6 laipsnių.
3. Keičiantis pasvirimo kampui nuo 5 iki 20 laipsnių, paklaida nuo tikros reikšmės didėja vidutiniškai 9,22 laipsnio.
4. Idealiausias kompasų panaudojimas ant roboto išlaikant kompasų modulį horizontalioje padėtyje.

Literatūra

1. Literatūra apie kompasų istoriją. Prieiga per internetą:
<<http://mkp.emokykla.lt/gamta5-6/lt/mo/1390>> [žiūrėta 2009-11-20].
2. Terminų „Robotas“ atsiradimo istorija. Prieiga per internetą:
<<http://www.vycius.co.cc/t/robotu-taisykles>> [žiūrėta 2009-11-20].
3. Informacija apie MEMS technologijas. Prieiga per internetą:
<http://e-stud.vgtu.lt/users/files/dest/4763/nano_paskaita_06.pdf>
[žiūrėta 2009-11-21].
4. Gamintojo informacija apie kompasų modulį. Prieiga per internetą:
<<http://www.parallax.com/Store/Microcontrollers/BASICStampModules/tabid/134/ProductID/98/List/1/Default.aspx?SortField=ISBN,ISBN>>
[žiūrėta 2009-11-21].
5. Žemės magnetinio lauko žemėlapis. Prieiga per internetą:
<http://nationalatlas.gov/articles/geology/a_geomag.html>
[žiūrėta 2009-11-22].

NEĮGALIŲJŲ TRANSPORTAVIMO ĮRENGINIŲ TAIKymo TYRIMAS

J. Kriaučionienė, Ž. Bazaras

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: neįgalusis, įrenginys, vežimėlis, transportas.

1. Įvadas

Žmonės su negalia labiausiai nuskriausta mūsų visuomenės žmonių grupė, kuri vis dar susiduria su didelėmis kliūtimis, trukdančiomis jiems dalyvauti visuomeniniame gyvenime. Todėl pagrindiniai uždaviniai yra tikslingai vykdyti neįgaliųjų integraciją, sukurti jiems sąlygas dirbti ir būti visuomenės dalimi. Įgyvendinant šiuos svarbius uždavinius užkirstume kelią neįgaliųjų socialinei atskirčiai [1]. Neįgaliųjų žmonių integravimas į visuomenę ir jų mobilumo sprendimas šiandien laikomas viena opiausių problemų. Neįgaliųjų teisių konvencija numato žmogaus su negalia *teisę į mobilumą*: neįgaliesiems gauti kokybiškas mobilumą palengvinančias priemones, įrenginius, pagalbines technologijas ir pagalbinių bei tarpininkų pagalbą [2]. Techninės pagalbos priemonės – bet koks neįgaliųjų naudojamas specialus ar standartinis gaminytis, įrankis, įranga ar techninė sistema, padedanti išvengti, kompensuoti, sumažinti arba pašalinti sutrikusių funkcijų įtaką sveikatos būklei, asmens savarankiškumui, ugdymuisi, darbinei veiklai [3].

Pagrindinis tikslas – atkreipti visuomenės dėmesį į neįgalių asmenų, norinčių lankytis viešose vietose ar viešose institucijose judėjimo sąlygas. Tinkamai sutvarkyta, neįgaliam prieinama aplinka yra labai svarbi aktyviam šių žmonių bendruomenės gyvenimui, socializacijai. Neįgaliesiems tinkanti aplinka sudaro sąlygas būti savarankiškais ir visaverčiais visuomenės dalyviais, teigiamai veikia identitetą, taip pat skatina neįgaliųjų dėkingumą jais besirūpinančiai visuomenei. Tuo tarpu nepritaikyta arba netinkamai pritaikyta aplinka, sukelia diskomfortą, riboja žmogaus galimybę atlikti tą veiklą, kurią atlieka sveikieji. Tai nulemia, kad neįgalūs asmenys save suvokia kaip socialiai diskvalifikuotus, pasyvius pagalbos priėmėjus, o ne kaip aktyvius bendruomenės narius. Ypatingai svarbu, kad neįgalieji turėtų galimybes laisvai judėti ne tik mieste, įstaigose, bet ir turėti pritaikytą mokymosi bei darbo aplinką. Idealiausiai šią problemą išspręstų modernizuotas ir neįgaliesiems pritaikytas viešasis transportas [4].

2. Neįgaliųjų transportavimo įrenginių specifika

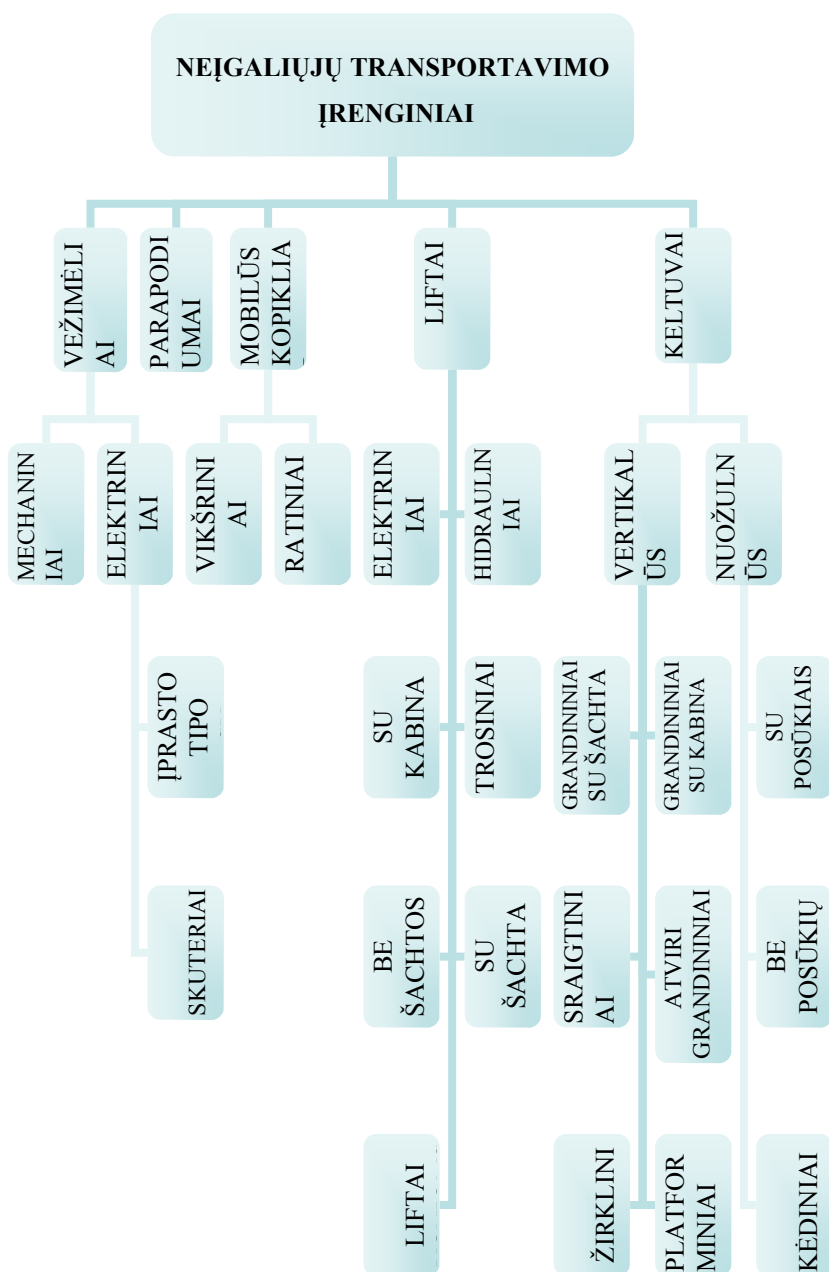
Lietuvoje neįgaliųjų poreikiams fizinių aplinkų pritaikymas ir iš to išplaukiančios pilnaverčio dalyvavimo visuomenės gyvenime galimybės yra nepakankamos, nepaisant to, kad fizinės aplinkos pritaikymas neįgaliesiems yra reglamentuotas teisiniuose aktuose. Nors tam yra tikrai daug skirtų įrenginių, kurie gali palengvinti neįgaliųjų gyvenimą, bet jų kiekis aiškiai nėra pakankamas.

Viešuosiuose ir komerciniuose pastatuose šie žmonės turi laisvai judėti ir naudotis visomis lankytojams skirtomis patalpomis. Norint užtikrinti neįgaliųjų mobilumą į pagalbą pasitelkiama įvairi technika, kuri ir padeda jiems pasiekti norimą tikslą. Tai yra įvairūs stacionarūs liftai, pakėlėjai vingiuotais laiptais, atviri (uždari) hidrauliniai, žirkliniai, platforminiai keltuvai, kurie vertikalčiai arba nuožulniai virš laiptų gali kelti žmones invalidų vežimėliuose (ar be jų), taip pat mobilūs užkopėjai laiptais, kurie kelia žmones su judėjimo funkcijų sutrikimais invalidų vežimėliuose (ar be jų) nuožulniai virš laiptų arba vertikalčiai. Transportavimo įrenginių yra gana daug, kurie naudojami taip pat įvairiai, t.y. tiek patalpose, tiek lauke, tiek namų aplinkoje, tiek visuomeniniuose bei komerciniuose objektuose, taip pat įvairiose transporto priemonėse. Analizuojant transportavimo įrenginius galima juos suklasifikuoti (1 pav.).

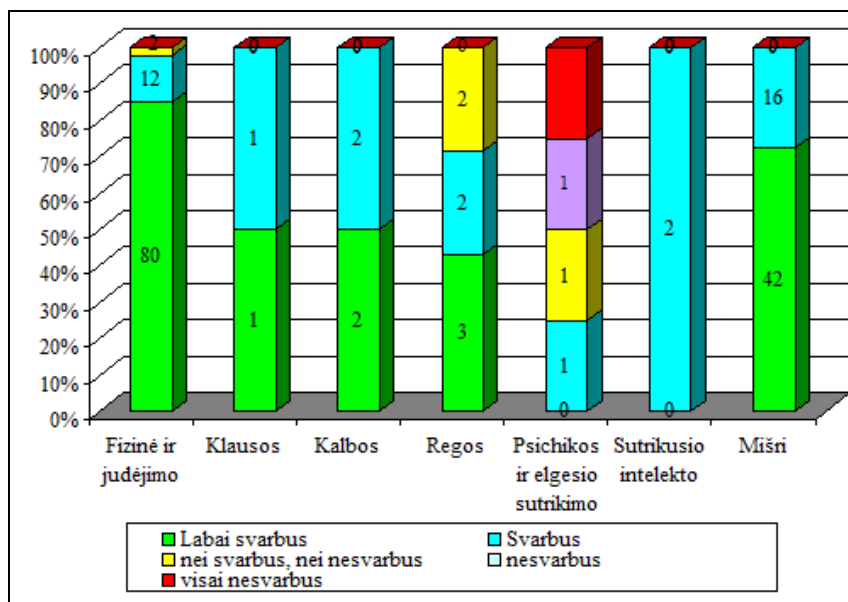
Galima teigti, kad gaminant tobulesnius transportavimo įrenginius žmonėms su negalia, įdiegiant vis pažangesnes technologijas bei medžiagas, galima pagerinti neįgaliųjų žmonių gyvenimo sąlygas, nes neįgalieji turi turėti lygias galimybes naudotis visais visuomenės išteklių – šviestis, naudotis naujosiomis technologijomis, sveikatos priežiūros ir socialinio aprūpinimo paslaugomis. Šiuo požiūriu būtina atkreipti dėmesį į techninės pagalbos svarbą neįgaliesiems. Todėl labai svarbu, kad šios priemonės pasiektų kiekvieną, kuriam yra būtinos. Svarbiausia atkurti žmogaus su negalia fizinį, dvasinį ir ekonominį savarankiškumą. Fizinės aplinkos pritaikymas neįgaliesiems padės išspręsti buitines ir asmenines problemas, sudarys sąlygas laisviau judėti, aktyviai dalyvauti ugdymo, profesijos įgijimo procese, darbo rinkoje.

Iš 2 pav. matyti, kad mobilumo svarba labiausiai atsispindi beveik visose neįgalumo grupėse, išskyrus psichikos elgesio sutrikimų ir sutrikusio intelekto grupėse jis yra mažas. Bet čia galime įžvelgti kitas priežastis kodėl buvo tokie atsakymai. Net 75 % respondentų nurodė, kad jų gyvenime mobilumas, galimybė judėti, pasiekti tikslą yra labai svarbus, 21 % respondentų – svarbus, likusiems respondentams mobilumas nei svarbus, nei nesvarbus, arba iš viso nesvarbus.

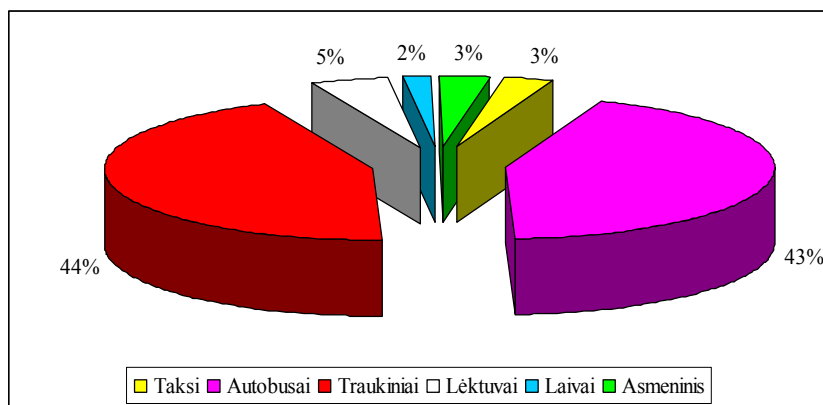
Respondentų nuomonė apie labiausiai reikalaujančias pokyčių transporto rūšis (žr. 3 pav.) pasiskirstė beveik po lygiai autobusams ir traukiniams, 43 % ir 44 %, mažiausiai pritaikymas reikalingas laivams, lėktuvams, taksi ir asmeniniam transportui.



1 pav. Neįgaliųjų transportavimo įrenginių schema



2 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal mobilumo svarbą



3 pav. Labiausiai nepritaikyta neįgaliųjų poreikiams transporto rūšis

Tenka konstatuoti, kad neįgaliųjų transportavimo įrenginių poreikis yra didelis, o keleivinio transporto priemonių pritaikomumas nėra patenkinamas, kas ir trukdo neįgaliesiems gyventi visavertį gyvenimą.

4. Žirklinio keltuvo pritaikymas geležinkelio transportui

Keleiviniai vagonai buvo projektuojami visiškai neatsižvelgiant į žmonių su negalia poreikius, todėl norint mažinti neįgaliųjų žmonių socialinę atskirtį, didinti savarankiškumą, grąžinti juos į pilnavertį gyvenimą, būtina kuo skubiau sudaryti sąlygas neįgaliesiems gauti kokybiškas mobilumą palengvinančias priemones, įrenginius, pagalbines technologijas ir pagalbininkų bei tarpininkų pagalbą, įskaitant galimybę jais pasinaudoti už prieinamą kainą. Dėl to turi būti sumontuoti prietaisai, įrenginiai, kad vežimėliais besinaudojantys žmonės vežimėlius galėtų patalpinti į traukinį.

Susisiekimo Ministerijos duomenimis, „Lietuvos geležinkeliai“ neįgalių žmonių poreikiams turi tik vieną pritaikytą vagoną. Buvo numatyta, kad 2009 m. pradžioje bus pritaikyti dar trys vagonai, kurie bus modernizuojami. Tokių vagonų durys yra platesnės, įrengtos vietos neįgalių žmonių vežimėliams. Jau įsigyti keturi nauji dyzeliniai traukiniai, kuriuose įrengtos vietos neįgalių žmonių vežimėliams. Sekančių metų pradžioje numatoma pradėti eksploatuoti du naujus elektrinius traukinius su neįgaliesiems žmonėms pritaikytomis vietomis, tualetais, įrengtomis naujomis keleivių informavimo sistemomis. Iki 2013 m. planuojama įsigyti dar devynis vagonus, pritaikytus neįgaliesiems asmenims [5].

Atsižvelgiant į problemos aktualumą, siūloma tipiniame keleiviniame vagone sumontuoti stacionarų žirklinį keltuą. Pasirenkant būtent žirklinį keltuą, buvo atsižvelgta į keletą svarbių aspektų:

- Lengvas valdymas;
- Nereikalinga aptarnaujančio personalo pagalba;
- Keltuvai su dvejomis mechanškai sinchronizuotomis žirkėmis užtikrina maksimalų stabilumą. Idealiai tinka sunkiems kroviniams mažuose kėlimo aukščiuose.

Žirklinio keltuvo parametrai:

- Kėlimo aukštis iki 1,5 m;
- Maksimali platformos apkrova 200 kg;
- Platformos matmenys 1,25×1,4 m.

Vertikalus žirklinis keltuvas skirtas žmonėms su negalia sėdint vežimėlyje pakilti iki 1,5 m vertikalia kryptimi. Keltuvo konstrukcijoje naudojamas nerūdijantis plienas, karštas cinkavimas. Keltuvas pritaikytas naudoti tiek vidaus, tik lauko sąlygomis.

Norint pritaikyti žirklinį keltuą atliekame kelis apkrovos bandymus Solid Works programa. Skaičiavimą atliekame pasirenkant 50 kg, 100 kg, 200 kg, 250 kg apkrovas. Suskaičiavus konstrukciją matyti, kad ji patikima visais atvejais, išskyrus 250 kg apkrovą. Tačiau įrenginys naudoti tinkamas, nes manoma, kad maksimali apkrova 200 kg yra pakankama.

4. Išvados

1. Lietuvoje dar nėra sukurta tokia aplinka, kurioje žmonės su negalia gali laisvai judėti, todėl negali pilnai dalyvauti visuomenės gyvenime ir integruotis į visas gyvenimo sritis.
2. Būtina šalinanti kliūtis, trukdančias žmonėms su negalia įeiti į pastatus ir įstaigas bei įlipti į visuomenines transporto priemones.
3. Reikalinga užtikrinanti jų teises į technines priemones ir reikiamą paramą, kad neįgalųjų gyvenimas kuo mažiau būtų priklausomas nuo kitų asmenų.
4. Neįgalieji neturi galimybės laisvai judėti, nes aplinka tam nėra pritaikyta. Viešasis transportas nepakankamai pritaikytas neįgaliesiems.

Literatūra

1. Europos liaudies partijos grupės Europos parlamente puslapis. Prieiga per internetą: <http://www.eppgroup.eu/Policies/empl/archive/kn_18_lt.asp> [žiūrėta 2009-10-23].
2. Socialinės apsaugos ir darbo ministerija. Prieiga per internetą: <<http://www.socmin.lt/index.php?1917114157>> [žiūrėta 2009-11-16].
3. Techninės pagalbos neįgaliesiems centras prie socialinės apsaugos ir darbo ministerijos. Prieiga per internetą: <<http://www.tpnc.lt>> [žiūrėta 2009-10-12].
4. Vilniaus Jeruzalės darbo rinkos mokymo centras. Prieiga per internetą: <http://www.vjdrmc.lt/index.php?option=com_content&task=view&id=88&Itemid=29> [žiūrėta 2009-11-27].
5. Lietuvos Respublikos Susisiekimo Ministerija. Prieiga per internetą: <<http://www.transp.lt/Default.aspx?Element=ViewArticles&TopicID=247&Lang=LT&UL=>>> [žiūrėta 2009-11-16].

TRANSPORTO INFRASTRUKTŪROS PRITAIKYMO NEĮGALIESIEMS TYRIMAS

J. Selelionienė, A. Tautkus

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: viešasis transportas, neįgalieji, žmonės su negalia.

1. Įvadas

Neįgalus asmuo yra žmogaus teisių ir pareigų subjektas, jis turi teisę į pozityvią valstybės pagalbą. Žmonėms su negalia reikia daugiau visuomenės paramos, kad jie galėtų pasiekti tas pačias gyvenimo sąlygas, kaip ir kiti piliečiai. Tokia parama niekada neturėtų būti laikoma privilegija, tai yra žmogaus teisė. Teisė – kurią turi ir visi kiti Lietuvos piliečiai [1]. Vienas iš svarbiausių uždavinių – užtikrinti galimybę naudotis susisiekimo ir transporto infrastruktūros paslaugomis. Susisiekimo srityje būtina mažinti socialinę atskirtį, naikinti tam tikras kliūtis, sudaryti geresnes sąlygas naudotis transporto infrastruktūros galimybėmis. Įvertinti visuomeninio transporto, transporto infrastruktūros elementų esamą situaciją ir pritaikymą neįgaliųjų poreikiams, mažinant jų socialinę atskirtį transporto srityje. Nagrinėjant neįgaliųjų problemas viešojo transporto sektoriuje, būtina atlikti analizę, įvertinant esamą situaciją bei numatant viešojo transporto infrastruktūros pritaikymo neįgaliesiems prioritetus, vadovaujantis efektyvumo ir racionalumo kriterijais.

2. Viešojo transporto struktūrinė anketavimo analizė

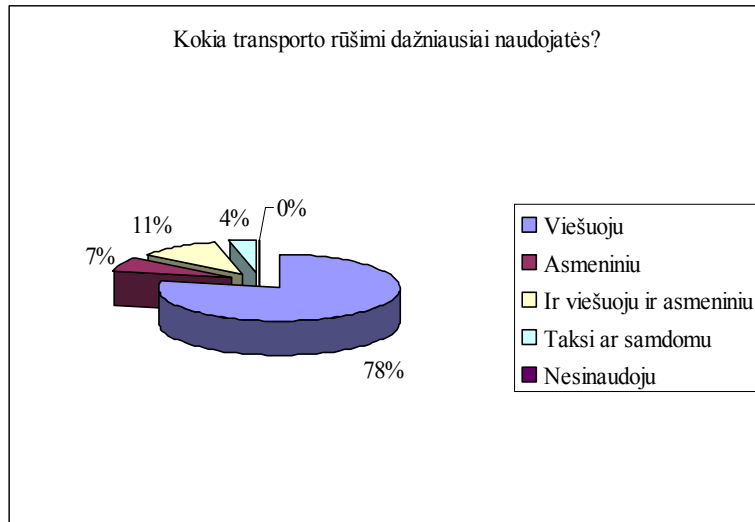
Tikslinės atrankos būdu apklausta 220 Panevėžio mieste gyvenančių neįgalių asmenų, betarpiškai susijusių su problemų identifikavimu. Tyrimu siekiama identifikuoti neįgaliųjų problemas viešojo transporto sektoriuje, numatyti galimas modernizavimo kryptis bei galimybes. Tyrimui atlikti pasirinktas struktūrinio anketavimo analizės būdas.

Apklauso tikslas: įvertinti transporto priemonių, transporto infrastruktūros elementų esamą situaciją ir pritaikymą neįgaliųjų poreikiams, mažinant jų socialinę atskirtį transporto srityje.

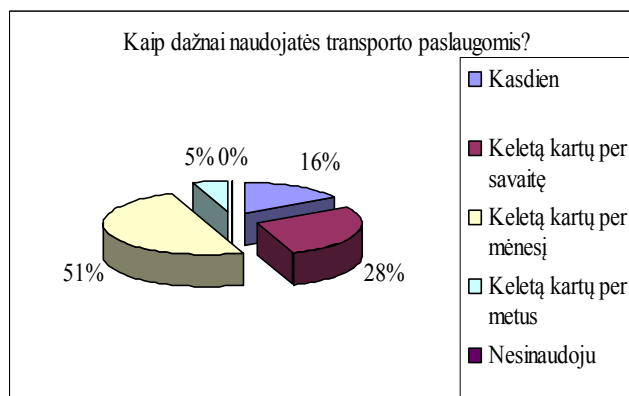
Remiantis anketinių tyrimų analizės rezultatais, dirbančių neįgaliųjų yra apie 47 %. Socialiniu požiūriu, tai didelis pasiekimas neįgaliųjų integracijos į sveikųjų visuomenę srityje. 88 % apklaustųjų transportas yra

svarbus ir labai svarbus. 78 % apklaustųjų naudoja viešojo transporto paslaugomis (žr. 1 pav.), asmeniniu transportu 7 %, 88 % respondentų naudoja tiek viešuoju tiek asmeniniu transportu.

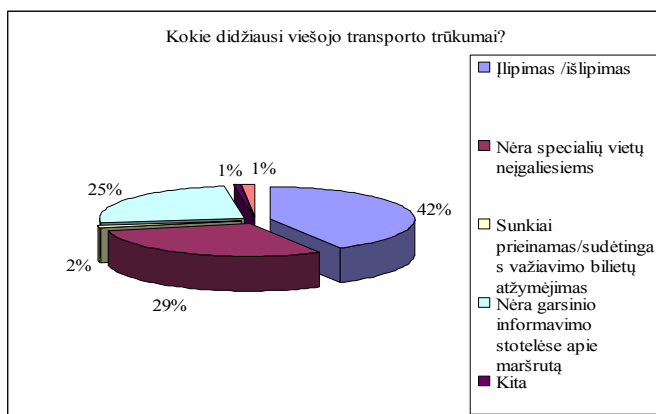
42 % visų apklaustų neįgaliųjų viešojo transporto paslaugomis naudoja net keletą kartų per savaitę, keletą kartų per mėnesį transporto paslaugomis naudoja 51 % respondentų, ir tik 5 % transporto paslaugomis naudoja keletą kartų per metus (žr. 2 pav.).



1 pav. Populiariausia transporto rūšis neįgaliųjų tarpe



2 pav. Neįgaliųjų naudojimosi viešuoju transportu dažnumas



3 pav. Viešojo transporto trūkumai

Net 92 % visų apklaustųjų mano, jog viešasis transportas netenkina neįgaliųjų poreikių. Tai, kad įlipimas ir išlipimas iš autobuso yra problema, nurodė net 42 % respondentų (žr. 3 pav.).

29 % respondentų pageidautų specialių vietų žmonėms su negalia, 25 % respondentų pageidautų garsinio informavimo apie maršrutą, kas padėtų judėjimo negalią turinčiam žmogui iš anksto ruošti kelionę. 42 % respondentų mano, jog ir viešojo transporto maršrutai nėra gerai suplanuoti. Jei viešasis transportas būtų pritaikytas neįgaliųjų poreikiams, juo naudotųsi net 97 % respondentų.

Apklaustos rezultatų išvada – viešasis transportas nepritaikytas neįgaliųjų poreikiams. Norint padidinti neįgaliųjų mobilumą būtina koreguoti autobusų maršrutus bei spręsti įlipimo – išlipimo, bei pritaikymo neįgaliesiems problemą.

3. Panevėžio miesto viešojo transporto bei maršrutų tyrimas

Visi Panevėžio miesto autobusai yra žemomis grindimis, tačiau ne visos įlipimo – išlipimo durys yra pakankamo pločio, kad neįgalusis laisvai galėtų įlipti – išlipti su specialia judėjimą palengvinančia technika, autobuso viduje nėra specialiai neįgaliesiems skirtų zonų, kuriose neįgalieji jaustųsi saugiai, patogiai ir laisvai. Autobusuose nėra įdiegta maršruto informavimo sistema, ne visų autobusų priekinėse ir užpakalinėse dalyse aiškiai matomi maršruto pradiniai, tarpiniai ir galiniai taškai. Autobusų stotelės nepritaikytos neįgaliesiems – žmogui su judėjimo negalia vežimėliu įvažiuoti į autobusą neįmanoma – susidaręs tarpas tarp autobuso grindų ir stotelės yra neįveikiamas.

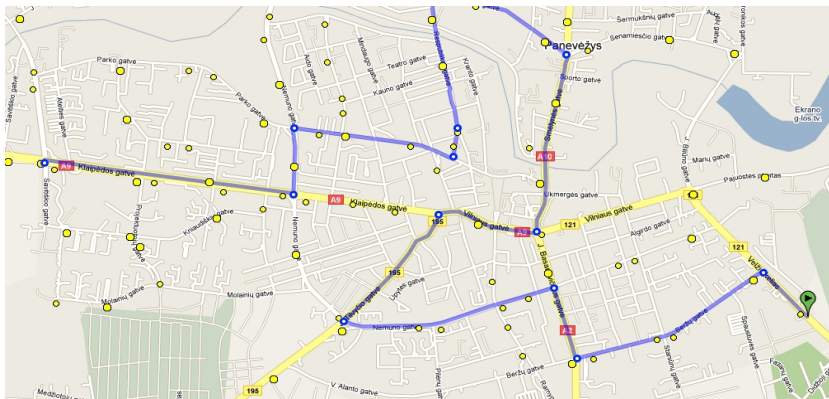
Panevėžio autobusų parke nėra visiškai įrengtų susisiekimo maršrutų, kuriais galėtų pasinaudoti asmenys su judėjimo negalia. Nėra nė vieno visiškai pritaikyto įvairioms keleivių grupėms transporto terminalo. Traukos objektų vietos keičiasi, miestas plečiasi, rajoninės gyvenvietės jau susijungusios su miestu, tačiau Panevėžio autobusų parko maršrutai nekinta jau daugelį metų. Šiuo metu yra rengiami detalieji planai, kurių pagalba prie miesto esančios gyvenvietės bus priskirtos miesto teritorijai, viena iš priežasčių – viešojo transporto korekcijos būtinybė. Neįgaliesiems problemų kyla dėl persėdimo, sudėtingo įlipimo – išlipimo.

Analizuojant Panevėžio miesto autobusų maršrutus iš trylikos esančių populiariausi penki. Populiariausi keleivių tarpe tie maršrutai, kurie pasiekia pagrindinius traukos objektus – centrinę miesto dalį, prekybos centrus, pramogų kompleksus. Subalansuota, efektyvi ir visoms keleivių grupėms pritaikyta viešojo transporto sistema išspręstų daugybę neįgaliųjų socialinių, integracinių problemų.

4. Alternatyvaus maršruto pagrindimas

Naujo maršruto projektavimas atliktas remiantis apklausų duomenimis, įvertinant populiariausius miesto maršrutus bei atsižvelgiant į miesto dalių apgyvendinimo tankumą. Naujai suprojektuotas Panevėžio m. maršrutas Velžio kelias – Babilonas skirtas būtent neįgaliesiems (žr. 4 pav.).

Šio maršruto privalumas – be persėdimo pasiekiami pagrindiniai traukos objektai. Bendras maršruto ilgis (pirmyn-atgal) – 26,8 km, kai vidutinis Panevėžio miesto maršruto ilgis yra 21,33. Didžiausias atstumas tarp stotelių yra 1,2 km, mažiausias 0,3 km. Alternatyvaus maršruto ilgio nuokrypis nuo vidutinio standartinio – 5,47 km. Naujuoju maršrutu naudotųsi neįgalieji ir žmonės su judėjimo negalia, kurie sudaro apie 50,8 % visų Panevėžio



4 pav. Neįgaliųjų maršruto projektas

apskrities gyventojų. Tačiau tų, kuriems reikalingas specialiai pritaikytas viešasis transportas ir sumažinta persėdimo galimybė – apie 28,7 %. Nesant aiškiems keleivių srautams, ekonomiškai tikslinga būtų, jog naujuoju maršrutu autobusus kursuotų tik keletą kartų per dieną.

5. Autobuso pritaikymo neįgaliesiems projektas

Viešasis transportas – pagrindinė neįgaliųjų asmenų transporto priemonė, tad ypatingai svarbus yra pačios transporto priemonės pritaikymas. Transporto priemonė turi kuo geriau atitikti visų neįgaliųjų grupių poreikius, taigi specialusis neįgaliųjų transportas turi turėti mechanines priemones žmonėms su judėjimo negalia, garsines bei vaizdines informavimo priemones žmonėms su klausos ir regos negalia [2]. Pritaikant autobusą specialiajam maršrutui būtina atsižvelgti ir į ekonominius rodiklius. Ekonomiškai naudinga būtų pritaikyti 18 sėdimų vietų autobusą, kuris kursuotų naujuoju maršrutu. Specialiai neįgaliesiems pritaikytas autobusas turi atitikti reikalavimus:

- įėjimams ir išėjimams;
- turėklams ir rankenoms;
- sėdynėms;
- neįgaliųjų vežimėlio erdvei;
- įėjimams ir išėjimams keleiviams su neįgaliųjų vežimėliais;
- pandusams, keltuvams;
- keleivių su neįgaliųjų vežimėliais saugai.

6. Neįgaliųjų keltuvo projektas

Universalumui užtikrinti tikslinga suprojektuoti universalų keltuą (žr. 5 pav.), tvirtinamą prie vieno iš autobuso durų. Keltuvas būtų skirtas, neįgaliųjų patekimo į autobusą problemai spręsti. Keltuvas turi būti tokios konstrukcijos, kad būtų nereikalingas papildomas žmogus norint juo pasinaudoti. Keltuvo konstrukcija turi būti universali ir pritaikoma įvairaus dydžio autobusuose.

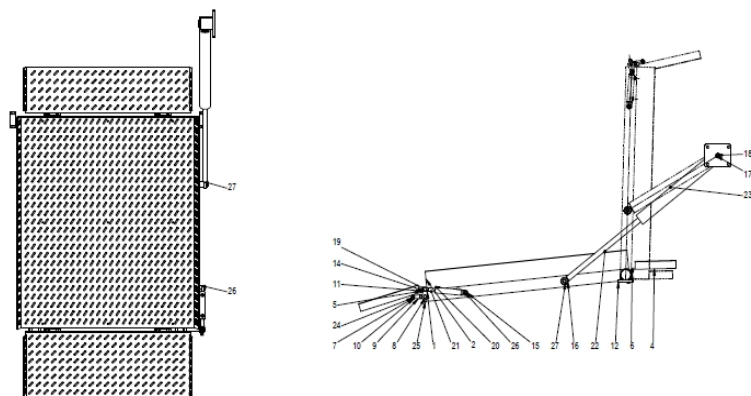
Pagrindiniai reikalavimai:

- Galimybė sumontuoti universalų keltuą, prie įvairaus tipo transporto priemonių kuriais naudojasi neįgalieji.

Pagrindiniai duomenys:

- Universalaus keltuvo masė su hidrocilindrais iki 120 kg.
- Keltuvu reikalinga kelti 280kg (2800N).
- Esant įmontuotam keltuvui turi būti netrukdomai uždaromos transporto priemonės durys.

Norint keltuą pakelti užlenkiamas ilgasis tiltelis mažojo cilindro pagalba, o visas keltuvas pakeliamas iki horizontalios padėties, kai krovinys nukraunamas nuo jo, pabaigiama operacija iki galo. Norint keltuą nuleisti – daroma atbulinė seka.



5 pav. Keltuvo projektas

7. Išvados

Judamumo ir viešojo transporto pasiekiamumo požiūriais beveik kas antras Lietuvos gyventojas gali būti charakterizuojamas kaip žmogus su specialiaisiais poreikiais [3]. Priimta daugelis teisės aktų ir programų, nukreiptų į geresnį transporto bei infrastruktūros pritaikymą žmonėms su negalia ir specialiaisiais poreikiais. Tačiau atskirų susisiekimo sistemos grandžių modernizavimas dar nesprendžia keleivių judamumo užtikrinimo problemų. Būtina modernizuoti transporto informacijos sistemą, maršrutų projektus, techninį transporto pritaikymą, kad žmonės su negalia galėtų nevaržomai ir savarankiškai naudotis viešojo transporto paslaugomis.

Literatūra

1. Žmonių su negalia asociacija. Prieiga per internetą: <<http://www.manoteises.lt/index.php?lang=1&sid=491>> [žiūrėta 2009-10-07].
2. Nacionalinės žmonių su negalia socialinės integracijos 2003-2012 metų programa. Prieiga per internetą: <http://www.ndt.lt/files/File/NP_tarpinis_vertinimas.doc> [žiūrėta 2009-10-11].
3. Darnaus judamumo galimybės. Prieiga per internetą: <<http://media.search.lt/GetFile.php?OID=165567&FID=483489>> [žiūrėta 2009-10-11].

BURBULINIAI PERDANGOS KLOJINIAI. JŲ NAUDOJIMO GALIMYBĖS LIETUVOS STATYBOS OBJEKTUOSE

S. Klimanskis, T. Kličius, S. Sušinskas
Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: burbuliniai, perdanga, klojiniai, pastatai.

1. Įvadas

Statyba yra viena svarbiausių ūkio šakų. Statybos plėtra parodo ir bendrą šalies ekonomikos lygį, statant pastatus ir inžinerinius statinius kartu vystosi ir kitos ūkio šakos. Nepaisant sulėtėjusio statybų tempo šalyje, naujų statybos objektų poreikis išlieka, tai skatina konkurenciją statybos rinkoje. Įmonės priverstos ieškoti tokių statybos metodų, kurie padėtų statyti kokybiškiau, efektyviau ir, aišku, pigiau.

Ekonomija pasiekama optimizuojant statybos procesus, naudojant efektyvias statybines medžiagas ir taikant inovatyvius konstrukcinius sprendimus. Vienas tokių sprendimų – denginio įrengimas naudojant burbinius perdangos klojinius.

Darbo tikslas: supažindinti su burbuliniais perdangos klojiniais, jų ypatybėmis, konstravimo metodika, pateikti jų panaudojimo galimybes ir privalumus.

Darbo aktualumas: pateikta informacija naudinga projektavimo srityje, pasiūlytas konstrukcinis sprendimas gali konkuruoti su tradiciniais perdengimo būdais.

2. Perdangų apžvalga

Statant daugiaaukščius, kad ir dviejų ir daugiau aukštų, pastatus (gyvenamuosius namus, administracinius pastatus, automobilių stovėjimo aikštes), svarbus statinio elementas yra perdanga. Tradiciškai naudojamos surenkamos kiaurymėtosios plokštės arba monolitinė perdanga. Unifikuotų surenkamų gelžbetotinių plokščių panaudojimas statyboje sutaupo laiko; gamyklose įmanoma gana tiksliai pagaminti įvairių matmenų ir formų elementus, tai taip pat palengvina statybą. Monolitinis denginys naudojamas ten, kur veikia stiprios dinaminės apkrovos, taip pat jei reikia užtikrinti

daugiaaukščių pastatų tūrinį pastovumą. Taipogi naudojamos surenkamų elementų sistemos, imant jau pagamintus elementus ir betoną [1].

Visoms gelžbetoninėms perdangoms būdinga dalis yra armatūra. Ji dedama tempiamoje elemento srityje, taip perimdama dalį apkrovos. Tokia išilginė armatūra „dirba“ viena kryptimi. Tačiau kai kurios sistemos, pavyzdžiui, nagrinėjama burbulinė perdanga, turi darbinę armatūrą abiejomis horizontalios plokštumos kryptimis. Tokiu atveju plokštę galima montuoti be sijų, tiesiai ant kolonų, tačiau esant dideliems tarpatramiams ir veikiant didelėms apkrovoms gali būti reikalingi kapiteliai dėl apsaugos nuo praspaudimo. Tai priklauso nuo to, ar įvykdoma ši sąlyga:

$$V_{Rd,c} = u_l d_c \frac{0,18}{\gamma_c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} \geq V_{Ed} ;$$

čia: $V_{Rd,c}$ – betono atlaikoma įstrižo pjūvio skersinė jėga, u_l – praspaudžiamos perdangos plokštės dalies perimetras, γ_c – dalinis betono koeficientas, ρ_l – išilginio armavimo koeficientas, f_{ck} – cilindrinis charakteristinis gniuždomasis 28 dienų betono stipris, V_{Ed} – skaičiuotinė skersinė jėga.

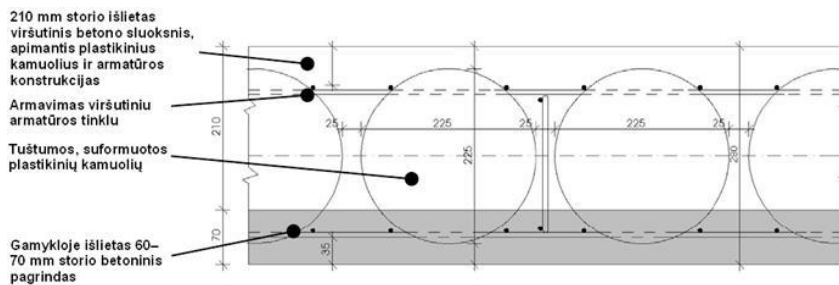
Įprastai, aplink koloną, perdangos kirtimo vietoje, konstrukciją sudarantys plastikiniai rutuliai pašalinami paskaičiuotame plote, o į atsiradusią erdvę įstatoma skersinė armatūra su inkaravimui užtikrinti nukaltais antgaliais ir jungiamąja plienine juosta. Šios armatūros dėka kapitelis tarsi slepiamas perdangos plokštėje. Taip pat naudojant burbulinės perdangos sistemą, atsiranda galimybė statyti be nešančių sienų [3].

Kitas svarbus perdangos aspektas yra jos svoris. Tai ypač aktualu daugiaaukštėje statyboje, kuomet kiekvienas papildomas aukštas reiškia papildomas apkrovas. Ekonomiškam medžiagų panaudojimui perdangos plokštės gaminamos su tuštumomis, taip taupant konstrukcijų svorį ir kainą. Ši ir kitos anksčiau paminėtos ypatybės aptariamos apžvelgiant burbulinius perdangos klojinius.

3. Burbulinės perdangos klojinių konstrukcija

Burbulinės perdangos gamybos technologija labai panaši į monolitinės perdangos. Kaip ir pastarajai – reikalingi klojiniai. Tačiau proceso eiga kiek skiriasi. Visų pirma klojamas reikiamų matmenų apatinės (tempiamos) armatūros tinklas, taip pat iš vertikalios ir įstrižos vielos sudarytas skersinės armatūros darinys (armatūros klasė parenkama pagal skaičiavimus). Tarp apatinės armatūros tinklo akių dėliojami perdirbtas plastiko rutuliai (skersmuo 180 – 500 mm, naudojamas perdirbtas aukšto tankio polietilenas arba polipropilenas). Tuomet primontuojamas viršutinis tempiamos armatūros tinklas. Tokiu būdu burbulai nejuda ir sistema tampa tūriniu elementu. Dabar šis elementas nuleidžiamas į klojinį su išlietu 60 – 70 betono sluoksniu.

Elementai su betonu vibruojami kol apatinė armatūra atsiduria betone. Sukietėjęs toks kompozitas vadinamas filigraniniu elementu. Tokio filigrano pavyzdį matome 1 paveiksle. Jis sandėliuojamas ir paruoštas panaudojimui statybvietėje [2].

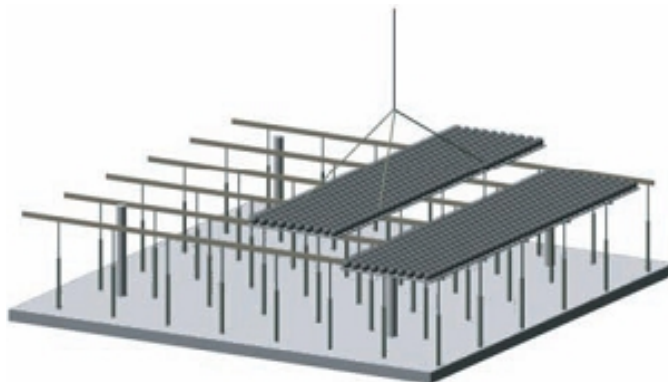


1 pav. Burbulinės perdangos filigrano sudėtis

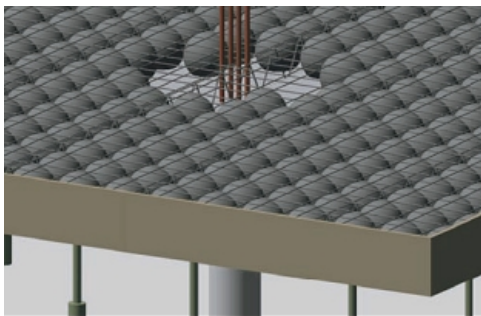
4. Burbulinės perdangos klojinių montavimas

Montuojant burbulinius perdangos klojinius, visų pirma, ant pagrindo paraleliai, 1,8 – 2,5 m žingsniu išdėstomos laikinosios atramos, ant kurių remiamos atraminės sijos (metodas labai panašus įrengiant tradicinės monolitinės perdangos klojinius). Po to kranu pagalba burbuliniai perdangos klojiniai pastatomi ant atraminių sijų į projektinę padėtį (2 pav.).

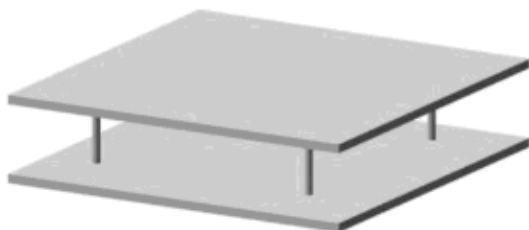
Sandūros vietose jie armuojami skersai sandūrų laisvai įstatomais armatūros strypais tarp plastikinių kamuoliukų ir stypais, kurie surišami su gretimų klojinių viršutiniais armatūros tinklais. Prie kolonų armuojama skersine armatūra. Įrengiamos perdangos plokštės briaunų užtvaros (3 pav.).



2 pav. Burbulinių perdangos klojinių montavimas



3 pav. Burbulinės perdangos plokštės briaunų įrengimas



4 pav. Dviem kryptimis „dirbanti“ burbulinė perdanga

Po to darbininkų saugumui užtikrinti visu perdangos plokštės perimetru įrengiami apsauginiai apvarai. Prieš liejant betoną klojinių sandūrų siūlės hermetizuojamos, vandeniu sudrėkinamas betoninio pagrindo paviršius. Baigus šiuos paruošiamuosius darbus liejamas betonas, kuris vibruojant tankinamas ir išlyginamas.

Po 1 – 2 savaičių visos laikinos konstrukcijos išardomos. Gaunama vientisa perdangos plokštė, kuri „dirba“ dviem kryptimis (4 pav.) [2].

5. Burbulinių perdangų privalumai ir trūkumai

Pagrindinis burbulinės perdangos privalumas – sumažėja pastato konstrukcijų svoris, kas sumažina bendrąją statybos darbų kainą. Juk lengvesniam pastatui reikalingi mažesni pamatai. Tokio tipo perdangos plokštės įrengimui dėl joje esančių plastikinių rutulių 35 % mažiau suvartojama betono, o tai sumažina plokštės savąjį svorį 20 %. Be to, dėl sumažėjusio betono poreikio, mažinama anglies dioksido (CO_2) emisija. Pavyzdžiui, gaminant 1 t cemento, į aplinką išmetama apie 800 kg CO_2 , 1 m³ betono gamyba sukelia apie 300 kg CO_2 emisiją. Šis skaičius neparodo

emisijos, kurią sukelia žaliavų gavyba karjeruose, transportavimas ir t. t. O tai ypač svarbu XXI amžiuje, kada kyla globalinio klimato atšilimo grėsmė.

Kitas ne ką mažiau ekologiniu požiūriu svarbus pranašumas – platesnis plastiko atliekų panaudojimas rutulių gamyboje. Taigi mažinamas antrinių žaliavų kiekis sąvartynuose.

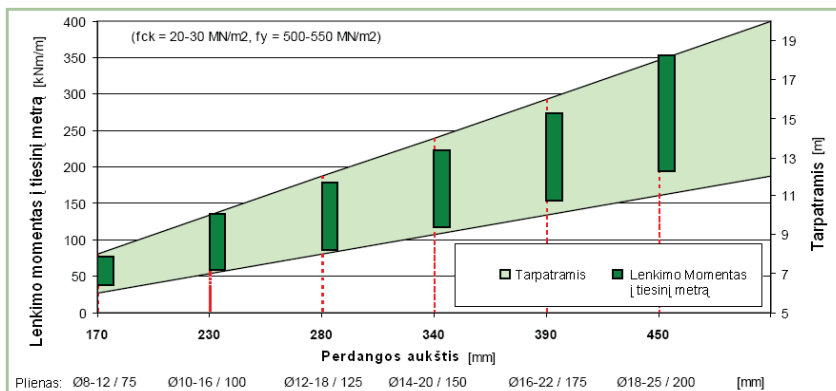
Ypač didelę reikšmę architektams ir projektuotojams turi erdvės. Burbuliniais perdangos klojiniais galima perdengti didesnę nei 12 m tarpatramį be pagrindinių sijų ar kapitelių. Žemiau esančiame 5 paveiksle pateikiama perdangos lenkimo momento tiesiniam metrui, storio ir tarpatramio priklausomybė.

Pastatai su burbuline perdanga ir lengvomis konstrukcijomis atsparesni sprogimui, nes nereikalingos standžiai sujungtos nešančios sienos, kurios nuo sprogo metu sukkelto oro spaudimo sugriūva, o kartu sugriūva ir perdangos plokštės.

Žemės drebėjimų metu burbulinė perdanga veikia kaip elastinga membrana, kuri perduoda horizontalias jėgas standžioms kolonoms ar sienoms [2].

Tačiau burbuliniai perdangos klojiniai turi ir trūkumų. Pavyzdžiui, pastatų, kurių perdengiamo ploto matmenys $b \times l$, kur $l = 3 \cdot b$, technologiška naudoti kiaurymėtąsias, armuotas įtemptąją armatūrą perdangos plokštes, „dirbančias“ viena kryptimi.

Kitas trūkumas – tinkamumo ribinio būvio užtikinimas, kai didelio tarpatramio perdangą veiks didelės apkrovos, ir būtų įvykdyta praspaudimo sąlyga. Siekiant užtikrinti tinkamumo ribinį būvį, t. y. kad perdanga funkcionuotų kokybiškai normaliai ją eksploatuojant, pradės pleišėti atsiradus per didelėms deformacijoms ir nesuirs be įspėjamųjų požymių, priklausomai



5 pav. Perdangos lenkimo momento tiesiniam metrui, storio ir tarpatramio priklausomybė

nuo skaičiavimų, gali tekti didinti perdangos plokštės storį taip didinant savąjį svorį ir galimą praspaudimo sąlygos neįvykdymą. Tad reikėtų įrengti kapitelius ar pagrindines sijas. O tai apsunkintų komunikacinių vamzdžių tiesimą ir pertvarų montavimą.

Taip pat reikia atkreipti dėmesį į tai, jog norint burbulinius perdangos klojinius naudoti Lietuvos statybos objektuose, juos reikėtų atvežti iš užsienio, nes mūsų šalyje tokie klojiniai nėra gaminami. Savaime suprantama tai reikalautų papildomų išlaidų. Tačiau minėtų klojinių gamybos technologija nesunkiai gali būti pritaikyta šalies surenkamų gelžbetoninių konstrukcijų gamyklose. Plastikinius rutulius galėtų gaminti, pavyzdžiui, plastikinių pakuočių gamybos įmonės, kaip žaliavą naudojančios perdirbto plastiko granules.

6. Išvados

Perdanga – tai vienas svarbiausių pastato elementų, kuriam tenka atlaikyti apkrovas. Nuo perdangos įrengimo tipo priklauso pastato svoris, kokybė ir bendroji statybos darbų kaina. Šiame straipsnyje aptarti burbuliniai perdangos klojiniai padeda sumažinti pastato svorį, išlaikyti puikią jo kokybę, pasiekti mažesnę nei naudojant tradicines perdangos įrengimo technologijas kainą, ir kartu atsiveria platesnės galimybės plastiko atliekų panaudojimui.

Tai palyginti naujas technologinis išradimas, suteikiantis projektuotojui didesnę veiksmų laisvę. Statytojai savo ruožtu gali naudoti šią perdangos technologiją kaip konkurencingą statybos metodą.

Literatūra

1. **E. K. Zavadskas, A. Karablikovas, P. Malinauskas, P. Mikšta, H. Nakas, R. Sakalauskas.** Statybos procesų technologija. – Vilnius: Technikas, 2006. 162–163 p. ir 205–206 p.
2. BubbleDeck Group – burbulinių perdangos klojinių projektavimas ir gamyba. Prieiga per internetą: <<http://www.bubbledeck.com>> [žiūrėta 2009-11-21].
3. Vokietijos įdėtinių detalių gamintojo HALFEN oficialus atstovas UAB “DENIA Solutions” Prieiga per internetą: <http://www.denia.lt/lt/statybinės_medžiagos/halfen-deha/armavimo_teknika/skersinė_armatura_nuo_praspaudimo_hdb> [žiūrėta 2009-11-27].

AVARIJOSE DALYVAVUSIŲ AUTOMOBILIŲ DEFEKTŲ TYRIMAS

A. Užkuraitis, A. Tautkus

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: automobiliai, deformacijos, autoįvykiai.

1. Įvadas

Autoavarijų tyrimas – sudėtingas ir daug kruopštaus darbo reikalaujantis darbas. Norint ištirti eismo įvykius reikia įvertinti įvairius parametrus. Tiriant autoįvykį, pagrindinis eksperto tikslas atkurti įvykių seką nuo avarinės situacijos susidarymo iki pačios avarijos, nustatyti priežastį, įvardinti įvykio kaltininką. Taigi avarijų tyrimo mechanizme svarbų vaidmenį atlieka: duomenų rinkimo būdai, tikros eismo įvykio priežasties nustatymas, avarijos pobūdis.

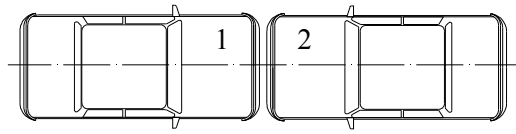
Sparčiai vystantis kompiuterinei įrangai, daugelis pasaulio kompanijų, dirbančių eismo saugumo srityje kuria kompiuterines programas, kurios padeda atkurti autoįvykio eigą, t.y. įvykio mechaniką. Čia svarbu nustatyti automobilio deformacijos dydžio ir atsitrenkimo į kliūtį greičio priklausomybę bei greičio pokyčio svarbą avarijos tyrime.

Avarijose dalyvavusių automobilių defektai priklauso nuo avarijos pobūdžio, greičio, oro sąlygų, kelio dangos. Darbo tikslas atlikti avarijose dalyvavusių automobilių defektų tyrimą, analizuoti avarijose dalyvavusių automobilių defektus, atlikti defektų pobūdžio tyrimą, sumodeliuoti eismo įvykį ir nustatyti greičio, smūgio jėgas, įvertinant realius automobilio kėbulo defektus.

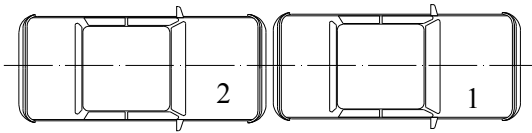
2. Dviejų automobilių susidūrimų tyrimas

Susidūrimo tipai vaizduoja susidūrimo avarinę situaciją prieš pat susidūrimą, atsižvelgiant į susidūrusių transporto priemonių padėtį vienas kito atžvilgiu. Darbe nagrinėjami trys susidūrimų tipai. Susidūrimas priekiais lengvojo automobilio su lengvuju automobiliu (žr. 1 pav.), susidūrimas, kai vienas lengvasis automobilis susiduria su kito lengvojo automobilio galine dalimi (žr. 2 pav.), susidūrimas priekiais įstrižu kampu, kai vienas dalinai įsirižia į kitą (žr. 3 pav.).

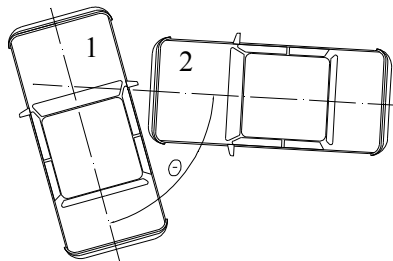
Susidūrimo tipų išskyrimas įgalina atlikti pirminę avarių selekciją (atrangą) įvykio vietoje.



1 pav. Dviejų lengvųjų automobilių susidūrimas priekiais



2 pav. Susidūrimas, kai vienas lengvasis automobilis susiduria su kito lengvojo automobilio galine dalimi



3 pav. Susidūrimas priekiais įstrižu kampu, kai vienas dalinai įsirėžia į kitą

3. Automobilių greičio smūgio metu skaičiavimo modelis pagal liekamąsias automobilio kėbulo deformacijas

Šis skaičiavimo modelis nurodo kelią ir būdą automobilių greičio eismo įvykio metu nustatymui, įvertinant liekamąsias kėbulo deformacijas. Automobilių susidūrimų atvejais praktiškai visuomet deformuojamas kėbulas. Automobilių greičio susidūrimo metu skaičiavimo modelis.

Susidūrime dalyvaujančio i -tojo automobilio duomenys ir skaičiavimai:

Automobilio masė (kg) – apskaičiuojama, įvertinant ne tik automobilio masę, bet ir keleivių ar krovinių svorį.

Automobilio gabaritų matmenys (m) – išmatuojami konkrečiam automobiliui.

Standumo koeficientas A (kN/m), nusakantis kontakto jėgos dydį pagal deformuojamo paviršiaus plotį ir bandomo automobilio standumo koeficientas B (kN/m²), nusakantis kontakto jėgos dydį pagal deformacijų gylį – šie koeficientai nustatomi testuojant kiekvieno modelio automobilius. Skaičiavimams paimami iš lentelių, priklausomai nuo deformacijos dislokacijos vietos (priekinis, galinis ar šoninis automobilio paviršius).

Standumo koeficientas G – randamas pagal formulę [1]:

$$G = \frac{A^2}{2B}, \text{ (kN)}. \quad (1)$$

Automobilio deformuoto paviršiaus matavimo taškų skaičius n – matavimo taškų skaičius parenkamas, priklausomai nuo deformuoto paviršiaus sudėtingumo. Sudėtingesnės formos deformuotam paviršiui parenkamas didesnis matavimo taškų skaičius.

Automobilio deformacijos dydis C_i skirtinguose taškuose ir deformuoto paviršiaus plotis L (mm) – išmatuojamas po susidūrimo.

Automobilių susidūrimo kampas θ (°) – nustatomas pagal žymes eismo įvykio vietoje, arba pagal deformuoto paviršiaus pobūdį.

Energija E sunaudota automobilio deformavimui – apskaičiuojama pagal lygtį [1]:

$$E = \sum_{i=1}^{n-1} k_i (1 + tg^2 \theta) \left[\frac{B}{6} \cdot \frac{C_{i+1}^3 - C_i^3}{C_{i+1} - C_i} + \frac{A}{2} (C_{i+1} + C_i) + (n-1) G \right], \text{ (J)}. \quad (2)$$

Standumo koeficientai atitinkamam automobilio modeliui parenkami iš lentelių, deformacijų dydžiai C_i išmatuojami kiekvienam, eismo įvykyje dalyvavusiam automobiliui.

Ekvivalentinis automobilio greitis smūgio metu – apskaičiuojamas pagal išraišką [1]:

$$V_{ekv} = \sqrt{\frac{2 E g}{m}}, \text{ (km/h)}. \quad (3)$$

Susidūrimų su nejudama kliūtimi atvejais, šis greitis yra tikrasis automobilio greitis smūgio metu.

Energijos, sunaudojamos automobilio deformavimui, pasiskirstymo lygtis dviejų automobilių susidūrimui [2]:

$$V_1^2 m_1 + V_2^2 m_2 = V_3^2 m_1 + I_1 g \omega_1^2 + I_2 g \omega_2^2 + V_{ekv1}^2 m_1 + V_4^2 m_2 + V_{ekv2}^2 m_2; \quad (4)$$

čia: m_1, m_2 – pirmojo ir antrojo automobilio masė, V_1, V_2 – pirmojo ir antrojo automobilio greitis prieš susidūrimą, V_3, V_4 – pirmojo ir antrojo automobilio greitis po susidūrimo, I_1 – pirmojo automobilio inercijos momentas po smūgio, I_2 – antrojo automobilio inercijos momentas po smūgio, ω_1 – pirmojo automobilio kampinis pagreitis po smūgio, ω_2 – antrojo automobilio kampinis pagreitis po smūgio. Dydis $I_1 g \omega_1^2 + I_2 g \omega_2^2$ pateiktoje lygtyje dažnai nepaisoma, kaip turintis nedidelės įtakos skaičiavimo rezultatams [2].

Iš šios lygties apskaičiuojamas pirmojo ar antrojo automobilio greitis eismo įvykio metu.

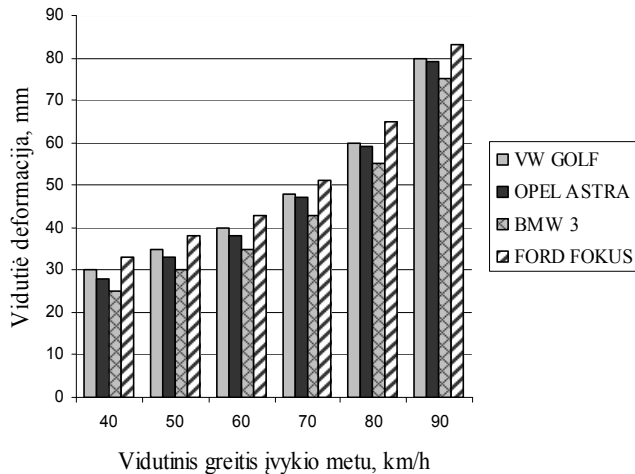
Išraiška pirmajam automobiliui:

$$V_1 = \sqrt{V_3^2 + V_{ekv1}^2 + \frac{V_4^2 m_2 + V_{ekv2}^2 m_2 + I_1 g \omega_1^2 + I_2 g \omega_2^2 - V_2^2 m_2}{m_1}}, \text{ (km/h)}. \quad (5)$$

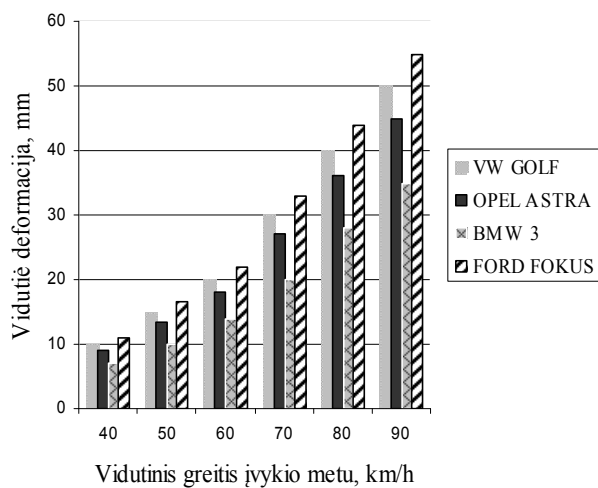
Išraiška antrajam automobiliui:

$$V_2 = \sqrt{V_4^2 + V_{ekv2}^2 + \frac{V_3^2 m_1 + V_{ekv1}^2 m_1 + I_1 g \omega_1^2 + I_2 g \omega_2^2 - V_1^2 m_1}{m_2}}, \text{ (km/h)}. \quad (6)$$

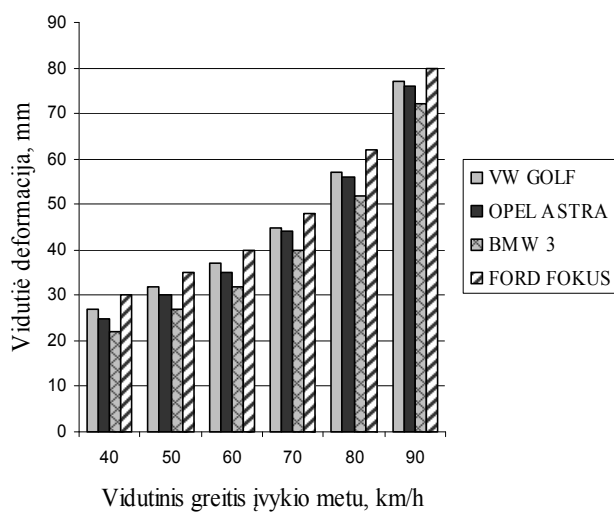
Surinkus duomenis, atlikus paskaičiavimus gauti duomenys atvaizduoti 4 – 6 pav. grafikuose. Tyrime pasirinkti VW Golf, Opel Astra, BMW3 ir Ford Fokus automobiliai susidūrę nagrinėjama atvejais.



4 pav. Automobilio priekio deformacija atsitrenkus į priešpriešai važiusį automobilį pagal greitį



5 pav. Automobilio priekio deformacija atsitrenkus į kito automobilio galą pagal greitį



6 pav. Automobilio šono deformacija kai vienas automobilis dalinai įsirežia į kitą

Tyrime pasirinkti VW Golf, Opel Astra, BMW3 ir Ford Fokus automobiliai susidūrę nagrinėjamais atvejais (susidūrimas priekiais lengvojo

automobilio su lengvuju automobiliu, susidūrimas, kai vienas lengvasis automobilis susiduria su kito lengvojo automobilio galine dalimi, susidūrimas priekiais įstrižu kampu, kai vienas dalinai įsirežia į kitą). Atlikus skaičiavimų analizę gavome išvadą, kad susidūrimo metu greičiui didėjant 10 km/h – kėbulo deformacijos įlinkis didėja apie 1,3 karto.

4. Išvados

1. Avarijose dalyvavusio automobilio defektas priklauso nuo avarijos pobūdžio, susidūrimų rūšies, greičio, oro sąlygų, kelio dangos.
2. Automobiliams susidūrus priekiais pagreičių ir greičių pokyčiai yra atvirkščiai proporcingi masėms.
3. Įvykus susidūrimui, lengvesnio automobilio greičio pasikeitimai yra didesni, didesnės išorinės ir vidinės deformacijos.
4. Nepriklausomai nuo automobilio modelio, kuo didesnis greitis, tuo didesnė vidutinė kėbulo deformacija po įvykio, greičiui didėjant 10 km/h – kėbulo deformacijos įlinkis didėja apie 1,3 karto.

Literatūra

1. **Tautkus A., Bazaras Ž.** Modelling and investigation of car collisions // Transport. – Vilnius: Technika, 2007, Vol. 22, No. 4, p. 279-283.
2. **Иларионов В. А.** Экспертиза дорожно-транспортных происшествий. – Москва: МАДИ, 1989. – 240 с.

NEMUNO VANDENS KELIO (202 – 210 KM NUO ATMATOS ŽIOČIŲ) PROJEKTAVIMAS

P. Petkevičius

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: laivakelis, projektinis gylis, darbų kiekiai.

1. Įvadas

Nemunas – ilgiausia ir vandeningiausia Lietuvos upė, joje vykdoma intensyviausia laivyba [1]. Norint užtikrinti saugią laivybą Nemunu, reikalingas nuolatinis sąnašų valymas iš dugno, garantuojant projektinius gylius visą navigacijos laikotarpį. Upės vandens kelių tyrimuose ir projektavimo darbuose yra naudojamos šiuolaikinės GIS technologijos ir metodai [2]. Šiame darbe atliktas Nemuno upės, laivakelio (202 – 210 km nuo Atmatos žiočių) projektavimas. Darbui atlikti naudota ArcView GIS 3.2 programinė įranga. Atliekant projektavimo darbus su programine įranga ArcView GIS 3.2 yra pasiekiamas didesnis tikslumas, darbai vykdomi greičiau [3].

Pagrindiniai duomenys, naudojami šiam darbui atlikti yra vagos dugno skaitmeninis reljefo modelis (SRM) su tam tikrais informaciniais sluoksniais ir atributiniais failais [4].

Darbo tikslas yra gilinimo darbų kiekių apskaičiavimas pagal sudarytus SRM. Tikslui pasiekti reikės suprojektuoti laivakelio ašį ir jo projektinių gylių profilį, sudaryti nagrinėjamo upės ruožo projektinių gylių gridą, nustatyti gilinamus laivakelio ruožus ir suskaičiuoti gilinimo darbų kiekius [2].

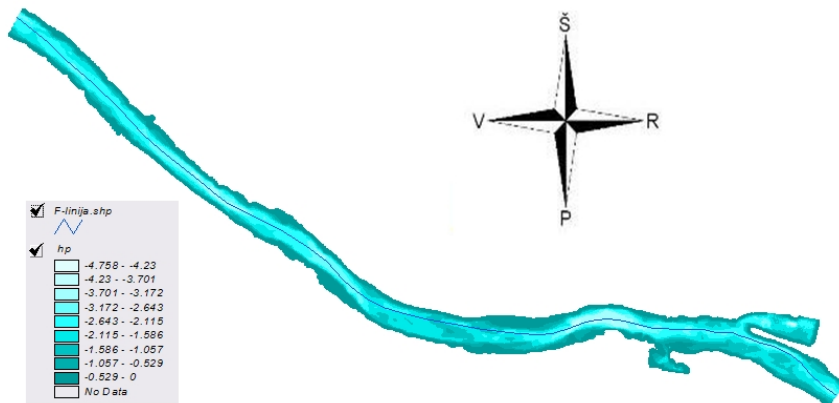
2. Darbo metodika

Darbas yra atliekamas trimis variantais prie skirtingų garantinių gylių: $h_g = 1,5$ m; $h_g = 2,0$ m; $h_g = 2,5$ m. Projektuojami vandens kelio gabaritai: garantinis laivakelio plotis ($b_{gar} = 30$ m) ir minimalus laivakelio ašies posūkių spindulys (440 m), priimami vienodi visiems variantams.

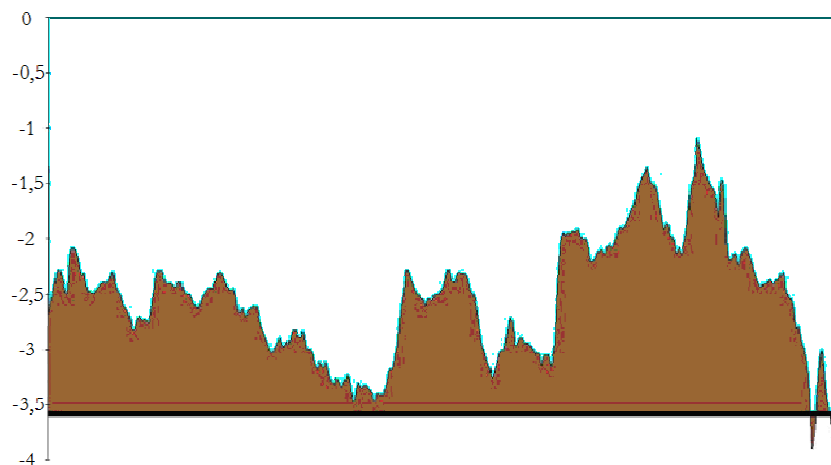
Laivakelio ašies projektavimas atliekamas atsižvelgiant į projektinių gylių gridą [2]. Projektiniai gyliai nagrinėjamame upės ruože yra apskaičiuoti naudojantis pradiniais duomenimis. Laivakelio ašis projektuojama giliausiomis

upės vietomis, siekiant sumažinti laivakelio gilinimo darbus iki garantinių gylių [2]. 1 paveiksle pateikiamas visas nagrinėjamas upės ruožas (Nemuno upė 202 – 210 km nuo Atmatos žiočių) su projekciniais gyliais bei suprojektuota laivakelio ašimi.

Iš 1 paveikslo gerai matosi giliausios upės vietos, kuriose geriausia atlikti laivakelio projektavimo darbus.



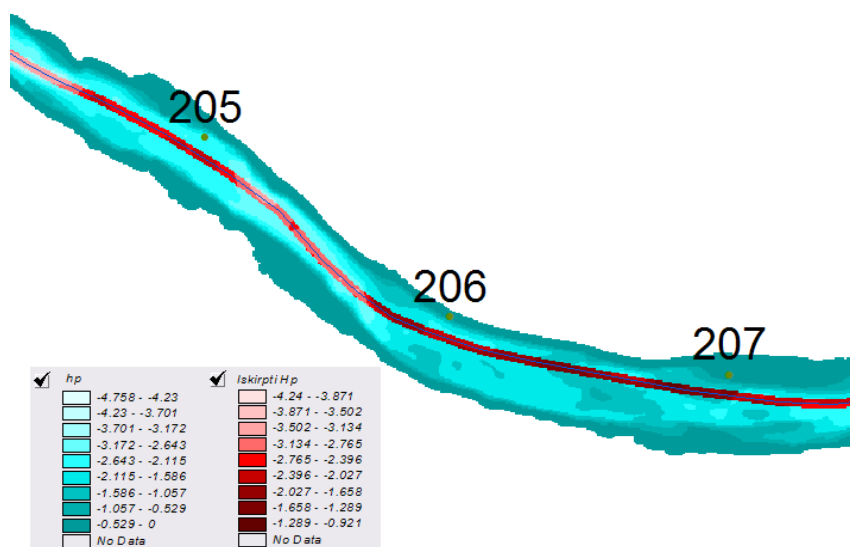
1 pav. Suprojektuota laivakelio ašis (202 – 210 km)



2 pav. Laivakelio ašies išilginis profilis (202– 210 km), naudojant ArcView GIS 3.2a programinę įrangą



3 pav. Laivakelio ašies išilginis profilis (202– 210 km), naudojant MS Excel programinę įrangą



4 pav. Iškirpti projektiniai gyliai

Atlikus laivakelio ašies projektavimo darbus sudaromas projektinių gylių išilgai laivakelio ašies profilis pateikiamas profilis sudarytas naudojantis ArcView GIS 3.2 programa ir MS Excel programine įranga [2]. Pasinaudojus sudarytais profiliais galima nustatyti nagrinėjamo ruožo sekliausias vietas (žr. 2 pav.), jų padėtį pradinio (ar bet kurio kito) taško atžvilgiu (žr. 3 pav.).

3 paveiksle išilginis laivakelio ašies profilis sudarytas pasinaudojus MS Excel programine įranga. Pasinaudojus sudarytais profiliais galima nustatyti nagrinėjamo ruožo sekliausias vietas, jų padėtį pradinio (ar bet kurio kito) taško atžvilgiu [5].

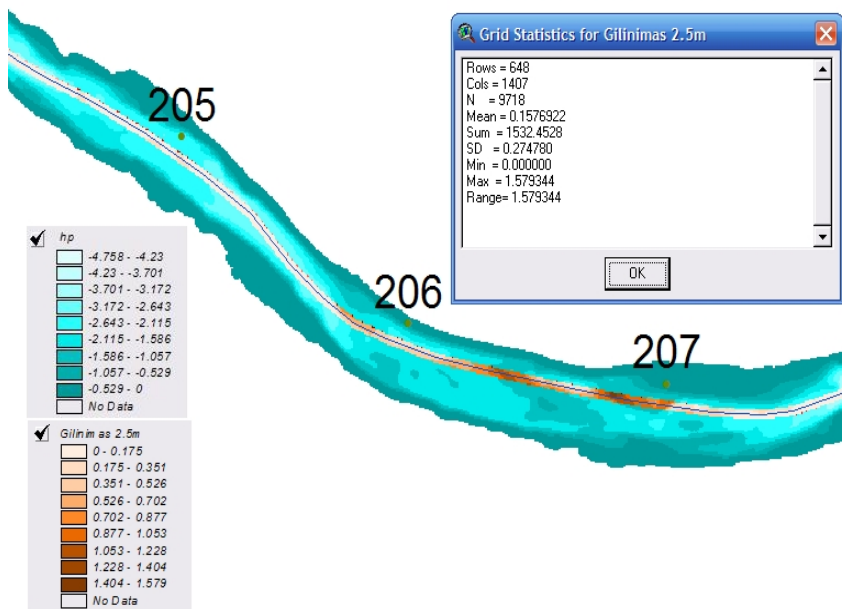
Norint atlikti tolimesnius skaičiavimus reikia padaryti laivakelio ašies buferizavimą, kurio tikslas yra nustatyti laivakelio padėtį upės vagoje [2]. Atlikus buferizavimą iškerpami projektiniai gyliai laivakelyje (žr. 4 pav.).

Projektinių gylių laivakelio ruože iškirpimas iš viso projektinių gylių grido suteikia galimybę atlikti tolimesnius skaičiavimo ir projektavimo darbus tik pasirinktame ruože (šiuo atveju laivakelyje) [2].

3. Skaičiavimų rezultatai

Laivakelio gilinimo darbų gridai prie 2,5 m garantinių gylių pateikti 5 paveiksle.

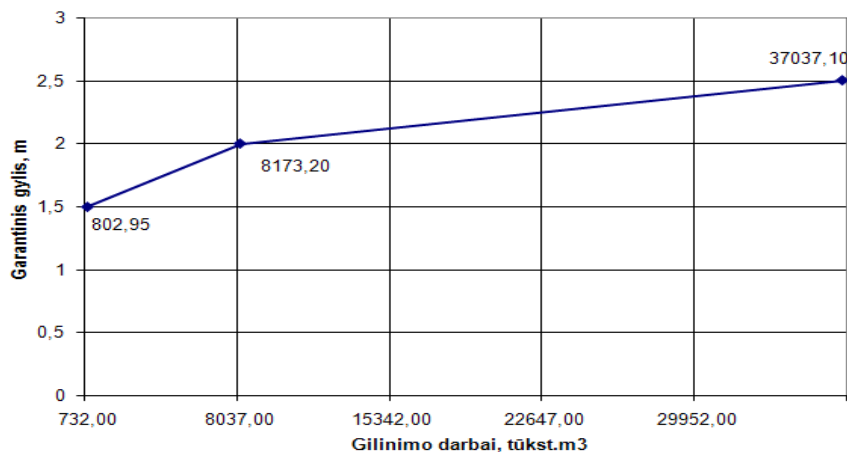
Iš 5 paveikslo matyti, kad norint pasiekti 1,5 m garantinį gylį darbų kiekiai (205 – 207 km) nėra dideli. Reikalingas tik nedidelis laivakelio pravalymas aukščiau 208 km. Nukasamo grunto sluoksnio storis neturėtų viršyti 1 m. Jei reikalingas garantinis gylis siekia 2,0 m gilinimo darbų kiekiai bus didesni - maksimalus nukasamo grunto storis vietomis gali siekti iki 1,5 m.



5 pav. Laivakelio gilinimo darbų gridas, esant 2,5 m garantiniui gyliui

1 lentelė. Laivakelio valymo darbų kiekių skaičiavimas

Parametras	Skaičiavimas prie 1,5 m	Skaičiavimas prie 2,0 m	Skaičiavimas prie 2,5 m
Seklumų nukasimo gylių suma	5,35	54,49	246,91
Viso nukasti (skaičiuojant MS Excel skaičiuokle) m ³	803	8173	37037
Seklumų nukasimo gylių suma pagal Arc View Gis 3.2a statistinius duomenis	29	342	1532
Viso nukasti (skaičiuojant pagal Arc View Gis 3.2a statistinius duomenis) m ³	725	8550	38300
Paklaida %	10,75	4,41	3,30



6 pav. Laivakelio gilinimo darbų kiekių ir garantinių gylių ryšio grafikas

Didžiausi darbų kiekiai bus reikalingi įrengiant laivakelį kurio garantinis gylis yra 2,5 m. Norint pasiekti tokį garantinį gylį maksimalus nukasamo grunto sluoksnio storis apie 2 m.

Laivakelio gilinimo darbų kiekiai pateikti 1 lentelėje. Suskaičiuoti darbų kiekiai prie 1,5 m, 2,0 m ir 2,5 m garantinių gylių. Skaičiavimai atlikti ArcView GIS 3.2a ir MS Excel programine įranga [2]. Paklaida tarp skaičiavimų mažėja didėjant darbų kiekams.

Laivakelio gilinimo darbų kiekių ir garantinių gylių ryšio grafikas (žr. 6 pav.) rodo tiesioginę gilinimo darbų priklausomybę nuo garantinio gylio.

4. Išvados

1. Apskaičiuotas, reikalingas iškasti grunto kiekis prie 1.5 m garantinio gylio naudojant ArcView Gis 3.2a yra 725 m³, o naudojant MS Excel yra 803 m³. Skaičiavimų paklaida 10,75 %.
2. Apskaičiuotas, reikalingas iškasti grunto kiekis prie 2.0 m garantinio gylio naudojant ArcView Gis 3.2a yra 8550 m³, o naudojant MS Excel yra 8173 m³. Skaičiavimų paklaida 4,41 %
3. Apskaičiuotas, reikalingas iškasti grunto kiekis prie 2.5 m garantinio gylio naudojant ArcView Gis 3.2a yra 38300 m³, o naudojant MS Excel yra 37037 m³. Skaičiavimų paklaida 3,30 %.

Literatūra

1. **Poška A., Punys P.** Inžinerinė hidrologija ir vandens ūkis. Lietuvos žemės ūkio universitetas, 1996. – 452 p.
2. **Šikšnys A.** Vandens kelio projektavimas ir tyrimai. Metodiniai patarimai. – Kaunas, 2006. p. 3–42.
3. **Ascila R.** ArcViewGIS programinės įrangos vartotojo vadovas. Metodiniai patarimai. Lietuvos žemės ūkio universitetas, 2006. – 56 p.
4. **Gurklis V.** Aplinkos geografinės informacinės sistemos. Mokomoji knyga. – LŽŪU, 2007. ISBN 978-9955-896-56-2. – 64 p.

ASFALTO BRIAUNOS FORMAVIMO ĮTAISO KONSTRUKCIJOS TYRIMAS

S. Činikas, A. Bražėnas

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: kelio danga, asfalto briauna, formavimas, įrenginys.

1. Įvadas

Akcinė bendrovė prieš keletą metų pirkdama asfalto tankinimo volus, užsisakė juos tik su standartinė įranga. Vykdam darbus pradėta pasigesti papildomų asfalto tankinimo volų panaudojimo galimybių ir numatyta sumontuoti asfalto briaunos formavimo įtaisus.

Rinka yra užpildyta įvairių asfalto tankinimo volų modifikacijų. Kiekvienas pardavėjas atstovaujantys konkretų gamintoją ir prekiauja tik jo produkcija. Lietuvoje per keletą metų išsivyravo monopolija ir smulkesni atstovai nutraukė veiklą, ko pasekoje suprastėjo atsarginių gaminių tiekimas, pakilo kainos. Kadangi organizacijos atstovų netenkino siūloma produkcija ir montavimo galimybės pradėjome ieškoti alternatyvų.

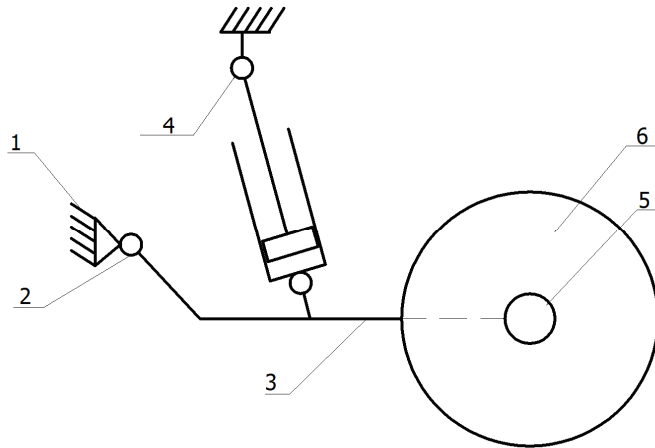
Išanalizavęs gaminius padarėme išvadą, kad tokį asfalto briaunos formavimo įtaisą galima pasigaminti ir patys. Projektuodami įrengimą galėjome pritaikyti jį norimo modelio asfalto tankinimo volams ir užsitikrinti paprastą ir pigiai eksploataciją.

Tiesiant kelius, naudojamas asfaltbetonio klotuvas - savaeigė ratinė ar vikšrinė mašina, savivarčiais atvežtą asfaltbetonį tolygiai paskirstanti ant paruošto pagrindo, išlyginanti ir šiek tiek sutankinanti. Būna sunkieji ir lengvieji asfaltbetonio klotuvai. Klotuvas pakloja 2 – 3 sluoksnius ant skaldos, sutvirtinto žvyro arba betono. Apatiniai sluoksniai poringesni, viršutinis – tankesnis, į jį pridedama mineralinių miltelių. Dviračių ir pėsčiųjų takams klojamas vienas sluoksnis. Asfaltbetonis tankinamas plentvoliais, tankinant sukietėja, tampa stiprus, tankus, beveik nepraleidžia vandens. Norint kokybiško ir ilgalaikio visos važiuojamosios dalies pločio eksploatacijos reikalinga tinkamai suformuoti asfalto briaunos kraštą. Šis metodas jau senai taikomas kitose europos sąjungos šalyse kur yra didelis sunkaus transporto srautas ko įtakoje ir trumpėja kelio eksploatacijos laikas.

Darbo tikslas: suprojektuoti universalų asfalto briaunos formavimo įtaisą ir jį pagaminti.

2. Konstrukcijos paskirtis ir veikimo principas

Norint tinkamai sukonfigūruoti asfalto briauną, papildomas įtaisas tvirtinamas prie asfalto tankinimo volo, priklausimai nuo jo konstrukcijos. Pardavėjų pasiūlymuose yra įvairių variantų. Papildomi mechanizmai tvirtinami prie asfalto volo rėmo įvairiais būdais. Noriu taip sumodeliuoti papildomą asfalto briaunos formavimo įtaisą, kad jie būtų operatoriui gerai matomoje vietoje ir nepakeistų mechanizmo techninių galimybių vykdant kitus jam skirtus darbus. Pateikiu principinę asfalto briaunos formavimo įtaiso schemą. (1 pav.).



1 pav. Principinę asfalto briaunos formavimo įtaiso schema: 1 – rėmas; 2 – ašis; 3 – alkūnė; 4 – hidro cilindras; 5 – velenas; 6 – darbo įrankis

Asfalto briaunos formavimo įtaisas yra sudarytas iš dalių kurios pateiktos schemeje. Atitinkamas rėmas (1) su ašimi (2) tvirtinamas prie numatyto norimo mechanizmo ir yra individualus kiekvienam. Ant ašies montuojasi riedėjimo guoliai kuriuos tvirtina dangteliai prisisukdami prie alkūnės (3). Kitame alkūnės gale yra sumontuoti tokie patys riedėjimo guoliai ir į juos įstatyta (5) velenas. Guoliai tvirtinami ant ašies ir dangtelių pagalba, prisukant varžtais, prie alkūnės. Kitame veleno (5) gale yra paruošta tvirtinimo bazė, kurioje tvirtinamas darbo įrankis (6). Montuojami įvairūs darbo įrankiai, priklausomai nuo gamybos poreikio: peilis arba skirtingų dydžių ir kampų asfalto briaunos prispaudimo įtaisas. Alkūnė su velenu ir ant jo pritvirtintu darbo įrankiu judina hidro cilindras (4). Hidro cilindrai hidro slėgį tiekia asfalto volo hidraulikos sistema.

3. Medžiagų ir terminio apdirbimo parinkimas

Šiam prietaisui suprojektuoti ir pagaminti naudoju anglinį geros kokybės konstrukcinį plieną 25 (GOST 1050 – 88 B). Šį plieną naudosiu gamindamas rėmą, alkūnę ir dangtelius su reguliavimo įvorėmis. Šio plieno pasirinkimą nulėmė suskaičiuoti max įtempimai (2 pav.) veikiantys įrenginyje kurie įtakoja tokio metalo pasirinkimą [1].

Plienas 25 skirtas detalėms, atsparioms trinčiams, taip pat detalėms, dirbančioms po slėgiu, esant temperatūrai nuo -40 iki 450°C. Iš jo gaminamos detalės, kurioms keliama dideli plastiškumo reikalavimai, t.y. kranų kabliai, movos, guolių įdėklai ir pan., po cheminio-terminio apdirbimo krumpliaračiai, sliekai ir kitos detalės, kurios turi turėti didelį paviršinį tvirtumą

4. Projektiniai ir patikrinamieji skaičiavimai

Mechanizmo eksploatacijos laiko nustatymas t_h ;

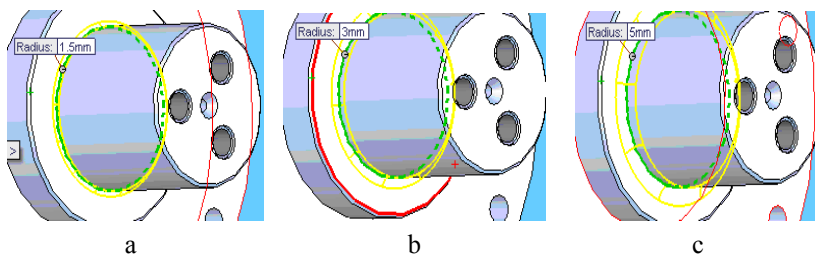
$$t_h = 365 \cdot 24 \cdot t_m \cdot K_m \cdot K_p \quad (1)$$

čia: t_m – mechanizmo eksploatacijos; K_m – mechanizmo išnaudojimas metuose koeficientas; K_p – mechanizmo išnaudojimo paroje koeficientas.

Iš Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie susisiekimo ministerijos statybos rekomendacijų R 35-01 automobilių kelių asfaltuotų kelių asfaltbetonio ir žvyro dangos pagal „Maršalo metodiką“ apskaičiuojame kokia jėga veiks mechanizmo darbinės dalis [2].

Skaičiavimams naudosiu 3D programos SolidWorks modelius ir skaičiavimo siluliatorių. Sudaromi visu detalių modeliai ir skaičiuojami įtempimai: lenkimo, sukimo, tempimo ir glemžimo. Pateikiu veleno briaunų perėjimo užapvalinimo spindulio įtakos ekvivalentiniams įtempimams analizę.

Keičiantis užapvalinimo briaunai stipriai keičiasi ir ekvivalentiniai įtempimai, ku spindulys mažesnis tuo įtempimai didesni (2 pav. a, b, c). Šiame paveikslėlyje pavaizduotos trys skirtingi, tos pačios veleno vietos, užapvalinimo spinduliai.



2 pav. Užapvalinimo spinduliai: a – 1,5 mm; b – 3 mm; c – 5 mm

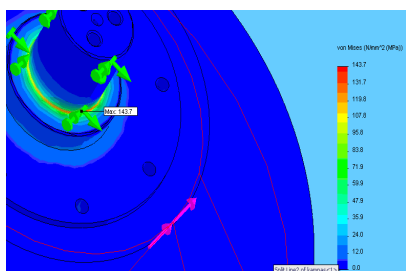
Suprojektavus atitinkamus modelius gauname tokių ekvivalentinių įtempimų pasikeitimus ryšium su užapvalinimo pasikeitimu. Pirmą suprojektuoju su mažiausiu (1,5 mm) užapvalinimo spinduliu (žr. 3 pav.).

Antrą modelį suprojektuoju su 3 mm užapvalinimo spinduliu, jo reikšmė yra vidutinė. (žr. 4 pav.).

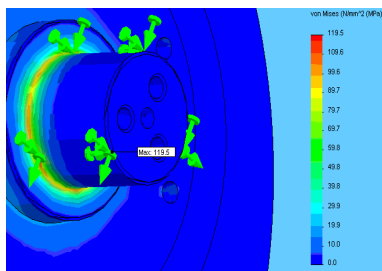
Paskutinį suprojektuoju su 5 mm užapvalinimu. (žr. 5 pav.).

Užapvalinimo spindulio ir jam atitinkančių maksimalių ekvivalentinių įtempimų reikšmės patektos 1 lentelėje 1.

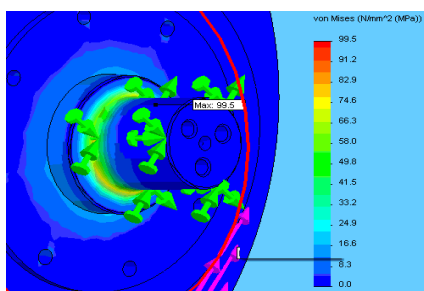
Diagramoje gerai matyti (6 pav.) kaip 30% sumažėja įtempimai duotoje detalėje, padidinus užapvalinimo spindulį 3 kartus diametrų pasikeitimo vietoje kur dažniausiai būna įtempimų koncentracija. Tai stipriai



3 pav. Ekvivalentinių įtempimų pasiskirstymas velene ($\sigma_{i \max} = 143$ MPa)



4 pav. Ekvivalentinių įtempimų pasiskirstymas velene ($\sigma_{i \max} = 119,5$ MPa)

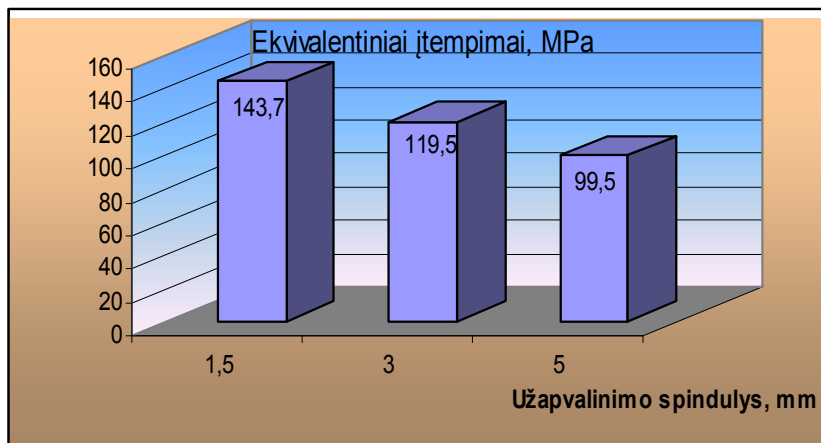


5 pav. Ekvivalentinių įtempimų pasiskirstymas velene ($\sigma_{i \max} = 99,5$ MPa)

1 lentelė. Maksimalių ekvivalentinių įtempimų priklausomybė nuo užapvalinimo spindulio

Užapvalinimo spindulys, mm	1,5	3	5
Ekvivalentinių įtempimų reikšmės, MPa	143,7	119,5	99,5

įtakoja dalies stiprumą. Tik kai kada negalime daryti didelių užapvalinimo spindulių, nes jie trukdo guolių ar kitų konstrukcijos detalių tinkamą surinkimą. Tada reikia keisti medžiagos savybes ar detalės konfigūraciją [3].



6 pav. Ekvivalentinių įtempimų priklausomybės diagrama

4. Išvados

1. Atlikus gaminių analizę nustatyta analogų konstrukcijos netobulumas į kuriuos atsižvelgta projektuojant asfalto briaunos formavimo įtaisą.
2. Parinkta medžiaga plienas 25, kuris atlaiko max įtempimus, visoms detalėms gaminti vengiant metalų įvairovės.
3. Parinkti vienodi kūginiai guoliai visoms besisukančioms dalims, atsižvelgiant į unifikavimo principus
4. Atliktas ekonominis įvertinimas, kuris parodo 3 kartus sumažėjusius gamybos kaštus, lyginant su siūlomais analogais.

Literatūra

1. **Dragūnas B.** ir kt. Inžinieriaus – mechaniko žinynas. – Vilnius: Mokslas, 1988. – 528 p.
2. Lietuvos automobilių kelių direkcijos statybos rekomendacijos R 35-01.
3. **Činikas S.** Asfalto briaunos formavimo įtaiso projektavimas ir gamyba. Bakalauro baigiamasis darbas. KTU. – Panevėžys, 2009. – 69 p.

TRANSPORTO PRIEMONIŲ KELIAMO TRIUKŠMO SLOPINIMO TYRIMAS

D. Vala, Ž. Bazaras

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: triukšmo slopinimo sienelė, triukšmo ekvivalentinis lygis.

1. Įvadas

Triukšmas – vienas iš teršalų, su kuriuo nuolat susiduriama. Triukšmas veikia ne tik klausą, bet ir visą organizmą. Triukšminga aplinka darbo ir poilsio metu erzina, sukelia nuovargį, silpnina dėmesį, lėtina psichines reakcijas, vargina nervų sistemą. Triukšmingoje aplinkoje sunku ne tik bendrauti, bet ir išgirsti garsinius signalus, įsiminti informaciją, susikaupti [1].

Transportas labai prisideda prie ekonomikos augimo ir kartu kainuoja visuomenei. Tačiau augantys krovinių ir keleivių pervežimai ir siekis tuo pat metu laikytis griežtų aplinkosaugos reikalavimų iš principo prieštarauja vienas kitam [2].

Siekiant sumažinti triukšmo lygį imamasi įvairių priemonių. Triukšmo mažinimui panaudojamos įvairios priemonės, populiariausios ir duodančios gerus rezultatus įvairios triukšmą izoliuojančios ir sugeriančios vienalytės ar kompozitinės sienelės ir statiniai-ekranai, dažnai panaudojami želdiniai bei pylimai. Taip pat veiksmingi būdai yra transporto greičio apribojimas, kelių dangos paviršiaus keitimas, eismo ribojimas bei reguliavimas [3].

Transportas sukelia triukšmą. Leistinieji triukšmo lygiai viršijami ne tik darbo vietose, bet ir gyvenamosiose teritorijose. Todėl akivaizdu, kad būtina mažinti žalingą triukšmo plitimą į mus supančią aplinką, jį sugeriant ar izoliuojant triukšmo slopinimo sienelėmis. Šios sienelės naudojamos įvairių konstrukcijų, tipų ir medžiagų, kurios nėra pakankama ištirtos. Ypač tai svarbu įrengiant naujas, modernizuojant jau esamas triukšmo slopinimo sienes, ten kur transporto triukšmo sklaidymas į aplinką yra nepageidaujamas ir ypač žalingas. Šiame darbe panaudota įranga, reikalinga tokių triukšmo slopinimo sienelių bei transporto priemonių keliamam triukšmui tirti.

Darbo tyrimų objektas – kelių transporto priemonių keliamas triukšmas ir triukšmo slopinimo sienelės.

2. Transporto keliamo triukšmo tyrimai A1 magistralėje

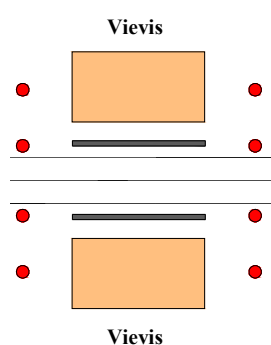
Automobilių transporto keliamo triukšmo lygiai bei jo sklaida buvo nagrinėti A1 magistralėje Vilnius-Kaunas-Klaipėda esančiame Vievio mieste 1 pav.

Pagrindinė gatvė – Kauno turi keturias eismo juostas, po dvi viena kryptimi, kurios yra atskirtos saugos atitvaru. Eismo intensyvumo atžvilgiu Kauno gatvė per parą pravažiuoja per 20,2 tūkstančių transporto priemonių, tai bene didžiausias rodiklis visos šalies mastu [4].

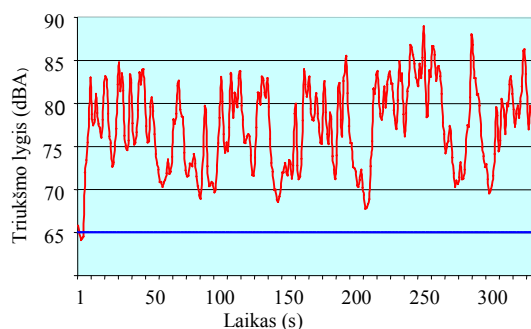
Nors greitis šioje automagistralės atkarpoje yra ribojamas iki 70 km/h, gauti matavimai, 7,5 m nuo pirmosios eismo juostos centrinės ašies, parodė (žr. 2 pav.), kad triukšmo ekvivalentinis lygis viršija gyvenamųjų ir visuomeninės paskirties pastatų aplinkos leistinų normų ir vidutiniškai yra 77,2 dBA. Maksimali triukšmo išmatuotoji vertė siekė net 89 dBA.

Kadangi transporto srautų nereguliuoja šviesoforai, eismas nėra stabdomas, triukšmo lygis mažai kinta ir yra gana pastovių dydžių. Gyvenamieji namai išsidėstę abiejose kelio pusėse, daugiau visuomeninės paskirties ir administracinių pastatų kairėje gatvės pusėje, žiūrint Vilniaus miesto kryptimi.

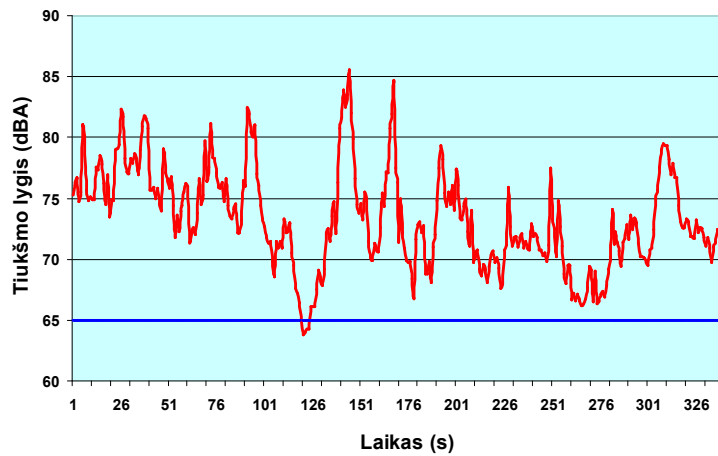
Kaip parodė atlikti matavimai ir atokiau magistralės (žr. 3 pav.), 30 m atstumu nuo pirmosios eismo juostos centrinės ašies, triukšmo ekvivalentinis lygis ženkliai viršija gyvenamųjų ir visuomeninės paskirties pastatų aplinkos leistinų normų ribas ir vidutiniškai yra 73,3 dBA. Maksimali triukšmo išmatuotoji vertė siekė 85,6 dBA.



1 pav. Matavimo taškai A1 magistralėje



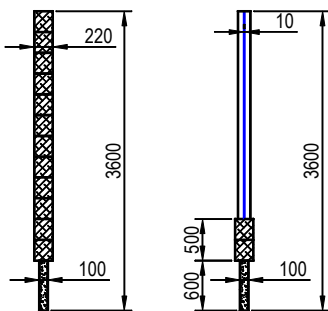
2 pav. Triukšmo lygis, 7,5 m nuo 1-os eismo juostos centrinės ašies



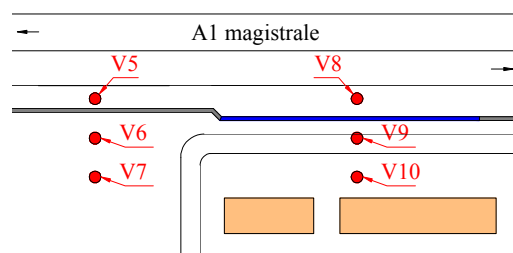
3 pav. A1 magistralės ekvivalentinis triukšmo lygis, 30 m nuo 1-os eismo juostos centrinės ašies

3. Triukšmo slopinimo sienelės A1 magistralėje tyrimai

Europoje kovai su triukšmu kiekvienais metais išleidžiama maždaug po 38 milijonus eurų. Tam yra taikomi sekantys triukšmo slopinimo būdai iš kurių patys svarbiausi yra triukšmą sugeriantys ekranai greitkeliuose, šiuolaikinių izoliacinių medžiagų naudojimas pastatuose, esančiuose arti judrių gatvių ir kelių, vertikalus namų apželdinimas ir trigubas langų įstiklinimas su priverstine ventiliacija [5].



4 pav. Sienelės pjūvis: a – blokelių; b – skaidraus plastiko

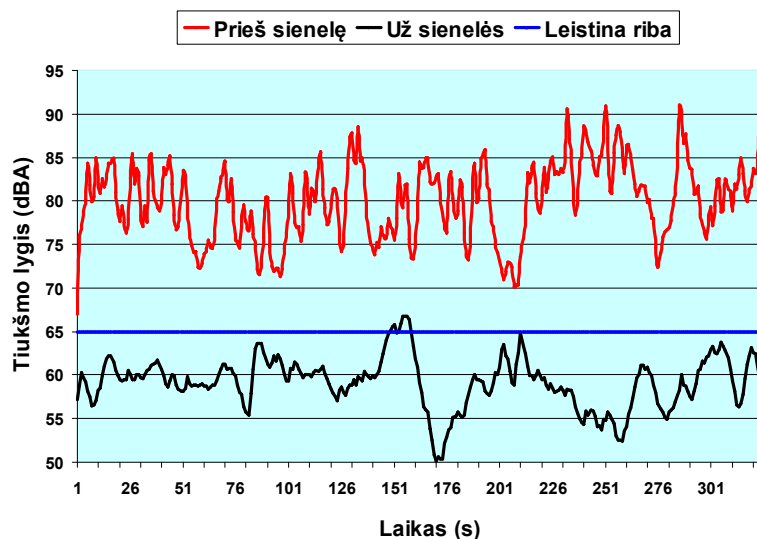


5 pav. Matavimo taškai A1 magistralėje

A1 magistralėje Vilnius-Kaunas-Klaipėda, einančioje per Vievio miestą, abiejose kelio pusėse yra įrengta triukšmo slopinimo sienelė. Blokai sumūryti ant polinių gelžbetonio pamatų, kurie įgręžti maždaug kas 2 metrų atstumu. Kas antrame pamato cilindre įstatytas metalo H formos polis, kuris tarnauja kaip nešančioji blokelių mūrai. Apatinėje triukšmo slopinimo sienelės dalyje sumontuotas 100 mm storio gelžbetonio blokas, kurio galai privirinti prie metalinių polių, o centrinė dalis prie įgręžto pamatinio polio. Ant šio bloko ir sumūryti triukšmo slopinimo blokeliai, nuo magistralės pusės blokas yra apkastas gruntu ir apželdintas žole.

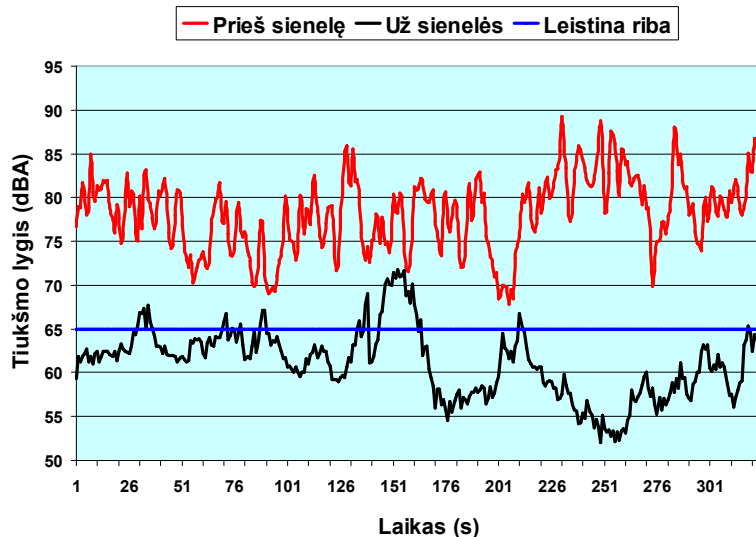
Blokelių matmenys yra $220 \times 250 \times 500$ mm ir priklausomai nuo vietos kur yra sienelė sumūryta nuo 11 iki 13 eilių blokelių. Dalis triukšmo slopinimo sienelės, ties kelių muziejumi, yra iš skaidraus 10 mm plastiko, kuris sumontuotas ant 2 eilių mūrijimo blokelių. Ši garso slopinimo sienelė yra pati ilgiausia mūsų šalyje. Bendras triukšmo slopinimo sienelės ilgis abiejose kelio pusėse sudaro 1610 m, aukštis vidutiniškai siekia 3,5 m (žr. 4 pav.).

Transporto keliamo triukšmo matavimai buvo atlikti šešiuose charakteringuose taškuose. Matavimai daryti už Žiedo gatvės estakados taške V5, 8 m atstumu iki „Durisol“ blokelių triukšmo slopinimo sienelės, taške V6, 8 m atstumu už triukšmo slopinimo sienelės ir taške V7, 30 m atstumu nuo pirmos eismo juostos centrinės ašies, už sienelės. Tokiais pat atstumais matavimai atlikti taškuose V8, V9 ir V10 tik prieš sienelę su skaidria permatoma danga, prieš kelių muziejaus pastatą (žr. 5 pav.).



6 pav. „Durisol“ blokelių sienelės efektyvumas Vievio mieste

Gauti matavimai parodė, kad taške V5 ekvivalentinis triukšmo lygis viršija gyvenamųjų ir visuomeninės paskirties pastatų aplinkos leistinas normas ir vidutiniškai yra 80 dBA (žr. 6 pav.). Už „Durisol“ blokelių triukšmo slopinimo sienelės taške V6 ekvivalentinis triukšmo lygis neviršija gyvenamųjų ir visuomeninės paskirties pastatų aplinkos leistinų normų ir vidutiniškai yra 59,2 dBA (leistina riba 65 dBA [6]).



7 pav. Skaidrios sienelės efektyvumas Vievio mieste

Prieš skaidrią triukšmo slopinimo sienelę taške V8 ekvivalentinis triukšmo lygis viršija gyvenamųjų ir visuomeninės paskirties pastatų aplinkos leistinas normas ir vidutiniškai yra 78,1 dBA (žr. 7 pav.). Už skaidraus organinio stiklo triukšmo slopinimo sienelės taške V9 ekvivalentinis triukšmo lygis neviršija gyvenamųjų ir visuomeninės paskirties pastatų aplinkos leistinų normų ir vidutiniškai yra 61 dBA.

4 Transporto keliamo triukšmo matavimo įranga

Transporto keliamo triukšmo matavimams naudojamas 4 kanalų garso lygio ir vibracijos matuoklis-analizatorius SVAN 958. Šis prietaisas atitinka naujausią garso lygio matuoklių standartą IEC 61672:2002, beje, taip pat ir ankstesnius IEC standartus (60651 ir 60804) ir naujausius ANSI standartus.

Šio matuoklio garso matavimų diapazonas: nuo 17dBA iki 140dBA. Transporto srautų natūriniai matavimai atliekami, užtikrinant triukšmo lygio

matavimo rezultatų statistinį patikimumą, kai garso lygio ir vibracijos matuoklis-analizatorius triukšmo lygį atskaito ir integruoja kas sekundę t.y. per 10 minučių tyrimo laiko trukmę fiksuojama 600 atskaitymų

Matuoklis-analizatorius buvo statomas 7,5 metro atstumu nuo pirmos eismo juostos ašies. Ekvivalentinio triukšmo lygio matavimų metu garso lygio ir vibracijos matuoklis-analizatorius buvo nustatomas triukšmo matavimams pagal skalę A.

Triukšmo lygio matavimai ir gauti tyrimų rezultatai lyginami su leidžiamomis triukšmo lygio vertėmis, nurodytomis Lietuvos higienos normoje HN 33:2007.

5. Išvados

1. Paprasčiausios konstrukcijos triukšmą izoliuojančios sienelės duoda gerus rezultatus. Visi matavimų rezultatai, užfiksuoti už triukšmo slopinimo sienelių, tenkina Lietuvos higienos normą HN 33:2007 ir neviršija leistinos ekvivalentinio garso lygio ribos – 65 dBA. Triukšmo slopinimo sienelės efektyviai sumažina triukšmo lygį iki leistinų ribų.
2. Eksperimentais nustatyta, kad transporto triukšmo lygiai tokiu pat atstumu nuo triukšmo slopinimo sienelės, pagamintos iš organinio stiklo bei medžio drožlių blokelių, paklaidų ribose siekė 59-61 dBA. Tai reiškia, kad taikant lengvas konstrukcijas ir medžiagas galimas efektyvus triukšmo slopinimas.

Literatūra

1. **Stansfield S., Haines M., Brown B.** Noise and health in the urban environment. Rev. Environ. Health, 2000, Vol 15, p. 43-82.
2. Europos Komisijos 2001 m. baltosios knygos dėl transporto politikos laikotarpio vidurio apžvalga. – Briuselis, 2006. – 8 p.
3. **Januševičius T.** Triukšmą sugeriančių sienelių apžvalga ir taikymas urbanizuotoje teritorijoje. 10-oji jaunųjų mokslininkų konferencija „Mokslas – Lietuvos ateitis“, 2007. p. 158-162
4. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie susisiekimo ministerijos. VĮ transporto ir kelių tyrimo institutas. Triukšmo prevencijos veiksmų planų sudarymas pagal sudarytus pagrindinių kelių, kuriais per metus pravažiuoja daugiau kaip 6 milijonai transporto priemonių, strateginius triukšmo žemėlapius. 2008, Vilnius, p.4.
5. Prieiga per internetą: <<http://www.spbpromstroy.ru/100/20.php>> [žiūrėta 2009-02-10].
6. Lietuvos respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas. Dėl Lietuvos higienos normos HN 33:2007 „Akustinis triukšmas. Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“. 2007 m. liepos 2 d. Nr. V-555.

KTU PANEVĖŽIO INSTITUTO TECHNOLOGIJŲ FAKULTETO PIRMAKURSIŲ GEBĖJIMAI INFORMACINIŲ TECHNOLOGIJŲ SRITYJE

R. Dėmenis, E. Zacharovienė

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: informacinės technologijos; ECDL, tekstų tvarkymas, skaičiuoklė, pateiktys, programavimas..

1. Įvadas

Kuriant „e. visuomenę“, išskirtinis vaidmuo tenka aukštosioms mokykloms, kurios ugdo aktyviausios šios visuomenės dalies informacinių ir komunikacinių technologijų kompetenciją (IKT), gebėjimą organizuoti savo profesinę veiklą šiomis technologijomis pagrįstoje aplinkoje. Ši kompetencija universitetuose ugdoma dviem etapais sudarant programas pagal IKT principus ir šių paslaugų naudojimo įgūdžių plėtrai skirtus specialiuosius dalykus ir formuojant IKT technologijomis pagrįstą kitų dalykų studijų aplinką. Taip pat reikia atsižvelgti į tai, kad šiuo metu kompiuteriai jau yra įprasta daugumos jaunimo kasdieninės aplinkos dalis ir daugelis ateina į universitetus turėdami tam tikrą kompiuterinio raštingumo žinių.

Išsamių duomenų apie moksleivių, studentų ir kitų visuomenės grupių IKT žinių šaltinius, prieigos prie kompiuterių galimybes ir savo įgytos kompetencijos įvertinimą pateikia KTU Kompiuterinio raštingumo centro mokslininkai – V. Petrauskas, A. Otas, R. Jasinevičius ir kiti [1], kurie kompiuterinio raštingumo būklę reguliariai analizuoja nuo 2004 metų. Remiantis tyrimų duomenimis, teigiama, apie 50 % respondentų yra įsitikinę, turintys pakankamai IKT žinių. Tačiau išsamiau šių žinių struktūra tyrimuose nėra analizuojama.

Studentų kompiuterinių žinių struktūros tyrimų reikalingumą sąlygoja plati tarpusavio bendravimo ir edukacinė aplinka. Be to, tikrai nedidelė jų dalis turi formalų patvirtinimą apie savo įgytas žinias (ECDL pažymėjimą).

Preidys S., Grigūnas E. ir kt. 2003-2007 m. tyrė stojančiųjų IKT žinių kitimo tendencijas [2]. Tyrimuose dalyvavo 1930 studentų iš Vilniaus ir Vilniaus kooperacijos kolegijų bei Vilniaus verslo teisės akademijos. Tyrimo testas rengtas atsižvelgiant į ECDL ir vidurinio išsilavinimo programos reikalavimus. Atlikus testo rezultatų tyrimą paaiškėjo, kad stojančiųjų žinios

nėra aukšto lygio. Geriausi išryškėjo tekstų tvarkymo, naudojimosi kompiuteriu ir bylų tvarkymo, pateikčių rengimo, naudojimosi internetu įgūdžiai. Menkos žinios iš skaičiuoklių srities, duomenų bazių pradmenų, pagrindinių informacinių technologijų sąvokų. Praktinių IKT žinių vertinimo vidurkis didėja labai lėtai, bendrųjų – didėja, bet didėjimo mastai lėtėjantys [3-4].

Tyrimo objektas. KTU PI Technologijų fakulteto pirmo kurso studentų gebėjimai informacinių technologijų srityje.

Tyrimo tikslas. nustatyti, pirmakursių gebėjimus informacinių technologijų srityje.

Tyrimo metodai: antrinių statistinių dokumentų analizė, anketinė apklausa.

Tyrimo organizavimo metodika

Siekiant ištirti pirmo kurso studentų žinias informacinių technologijų srityje, buvo atliktas sociologinis tyrimas. Tyrimui atlikti pasirinkti KTU PI Technologijų fakulteto pirmo kurso studentai. Tyrimo instrumentas – anketa, kurią sudaro 57 klausimai.

Anketos buvo dalinamos pirmo kurso studentams. Numatyta apklausti visus pirmo kurso studentus. Tai padės nustatyti ir įvertinti tiriamojo objekto charakteristikas bei suformuluoti apibendrinančias išvadas.

Tyrimo rezultatų analizė ir interpretacija

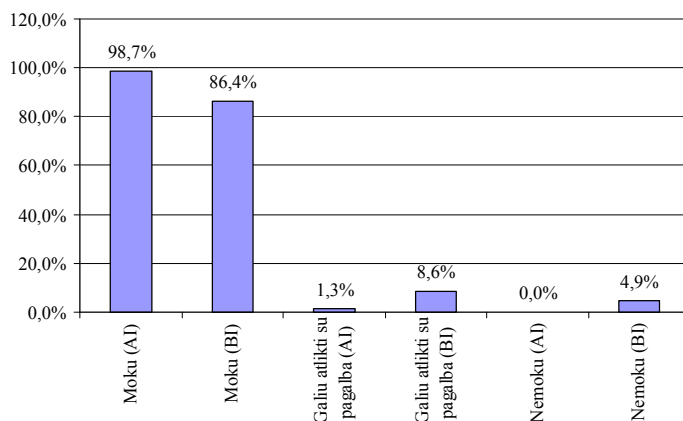
Anketinė apklausa. 2009 m. KTU PI Technologijų fakulteto pirmo kurso studentų sociologinė apklausa, kurios tikslas – nustatyti, pirmakursių gebėjimus informacinių technologijų srityje. Tyrimo metu buvo išplatinta anketa: „Jūsų gebėjimai informacinių technologijų srityje“ čia gerai. Anketinės apklausos metu buvo apklausti 52 respondentai (šiuo metu nuolatinėse studijose mokosi 63 studentai).

Tyrime dalyvavusių asmenų socialinės-demografinės charakteristikos. Savo nuomonę tyrimo metu išreiškė studentai (100 %), iš kurių 48 % yra baigę gimnazijas, 50 % vidurines mokyklas ir 2 % iš kitur. Kitas analizės kriterijus – nusakantis mokomųjų dalykų pasirinkimą. Iš visų tyrime dalyvavusiųjų 11-12 klasėse buvo pasirinkę informatiką: 33 % A lygį, 34 % B (įskaita, mokyklinis egzaminas), 21 % B (nelaikė) ir 12 % nebuvo pasirinkę.

Apibendrinant respondentų socialines-demografines charakteristikas, galima teigti, kad daugiausia respondentų, dalyvavusių tyrime buvo pasirinkę informatikos dalyką ir laikę valstybinę ar mokyklinį informatikos egzaminą (67 %).

Tiriant pirmakursių gebėjimus informacinių technologijų srityje, suformuluoti atskiri klausimų blokai: naudojimasis kompiuteriu ir rinkmenų tvarkymas; tekstų tvarkymas; skaičiuoklės, pateikčių rengimas bei programavimas.

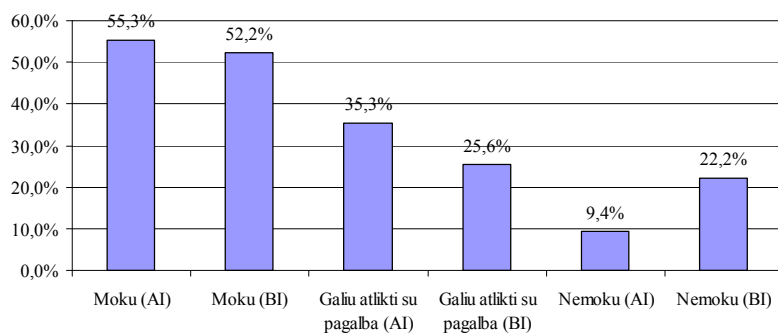
Pirmo klausimų bloko analizė. Atlikus tyrimo duomenų analizę, nustatyta, kad 99 % A lygį pasirinkę studentai ir 86 % gerai susipažinę su naudojimosi kompiuteriu ir rinkmenų tvarkymu (1 pav.).



1 pav. Naudojimasis kompiuteriu ir rinkmenų tvarkymas

Antro klausimų bloko analizė. Antrajai daliai pagrįsti būtina nustatyti pirmakursių žinias tvarkant tekstą. Tuo tikslu anketoje buvo pateikti keli klausimai.

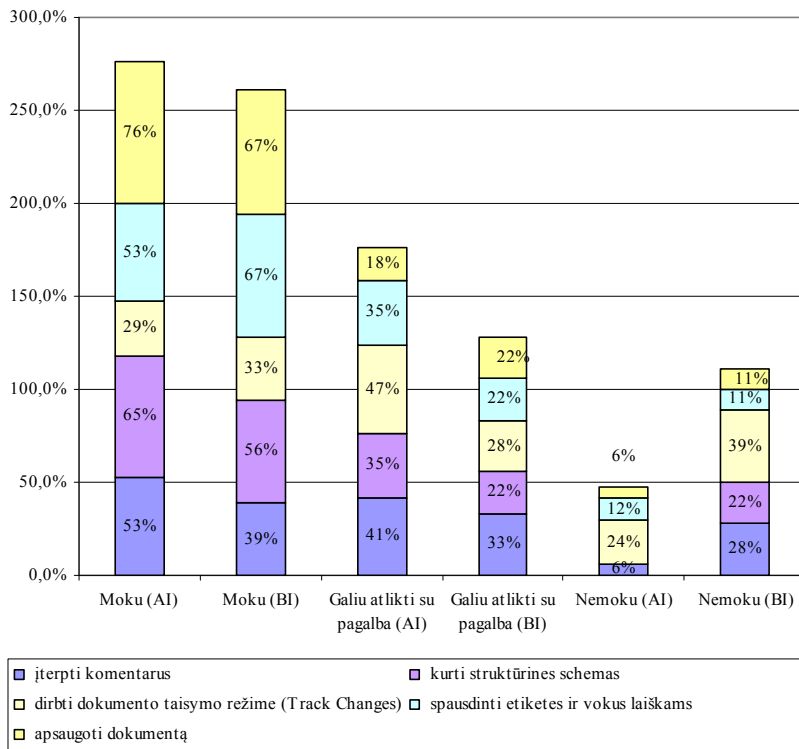
Atlikus tyrimo duomenų analizę, nustatyta, kad 55 % A lygį pasirinkusių studentų ir 52 % galėtų atlikti visus teksto tvarkymo veiksmus. Likusi dalis studentų tai galėtų padaryti su pagalba arba visai to nepadarytų (2 pav.).



2 pav. Tekstų tvarkymas

Išanalizavus anketos duomenis, galima teigti, kad studentai nemoka dirbti su sudėtingesnėmis teksto tvarkymo komandomis.

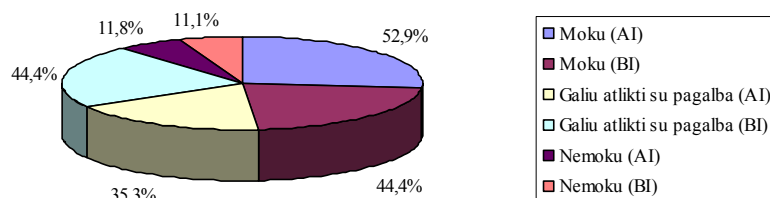
Išanalizavus sociologinio tyrimo teksto tvarkymo duomenis, galima daryti išvadas, kad žino pagrindines komandas, bet mažai turi žinių iš sudėtingesnių teksto tvarkymo komandų (3 pav.).



3 pav. Teksto tvarkymo sudėtingesnės komandos

Trečiojo klausimų bloko analizė. Trečiajai daliai pagrįsti būtina nustatyti pirmakursių žinias skaičiuoklėje. Tuo tikslu anketoje buvo pateikti keli klausimai.

Atlikus tyrimo duomenų analizę, nustatyta, kad 75 % A lygį pasirinkusių studentų ir 70 % palyginti gerai žino skaičiuoklę. Į klausimą „Ar mokate „užšaldyti“ lentelės dalis“ 53 % A lygio ir 44 % atsakė, kad moka. Likusieji tai padaryti galėtų tik su pagalba arba visai nepadarytų (4 pav.).

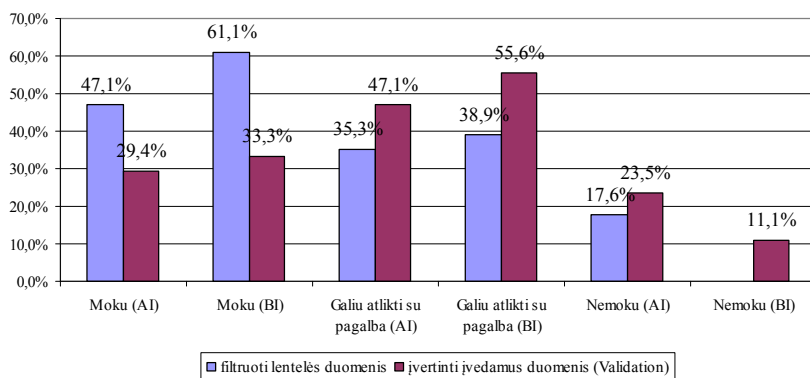


4 pav. Skaičiuoklė - „Ar mokate „užšaldyti“ lentelės dalis“

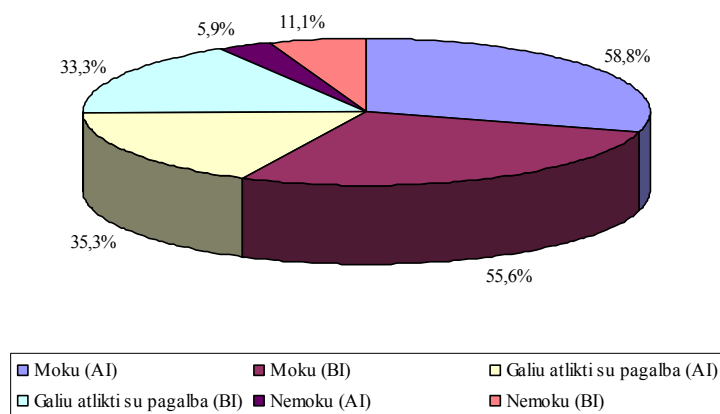
Į klausimus „Ar mokate filtruoti lentelės duomenis“ ir „Ar mokate įvertinti įvedamus rezultatus (Validation)“ duomenys pateikti 5 paveiksle. Iš paveikslo matyti, kad studentai nelabai galėtų atlikti duomenų filtravimą bei nustatyti įvedamų duomenų tikrinimą.).

Panašiai atsakė ir į klausimą „Ar mokate importuoti arba eksportuoti duomenis į kitas programas“: 59 % A lygio ir 56 % B lygio tai galėtų padaryti (6 pav.).

Į klausimą „Ar mokate sukurti makrokomandą“ atsakė panašiai (7 pav.).

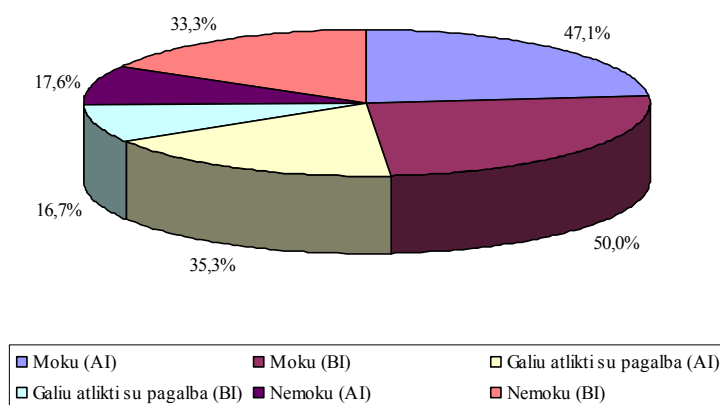


5 pav. Skaičiuoklė – „Ar mokate filtruoti lentelės duomenis“ ir „Ar mokate įvertinti įvedamus rezultatus (Validation)“



6 pav. Skaičiuoklė – „Ar mokate importuoti arba eksportuoti duomenis į kitas programas“

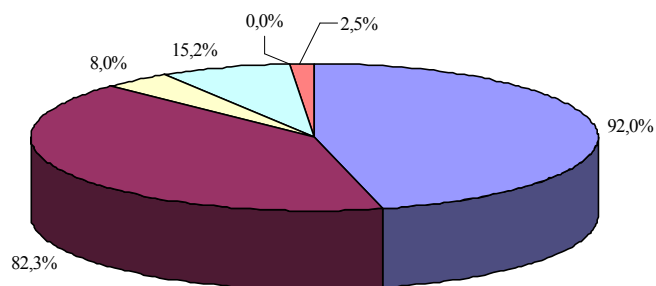
Išanalizavus sociologinio tyrimo duomenis iš skaičiuoklės, galima daryti išvadas, kad studentai neturi pakankamai žinių šioje programoje.



7 pav. Skaičiuoklė - „Ar mokate sukurti makrokomandą“

Ketvirtąjį klausimų bloko analizė. Ketvirtajai daliai pagrįsti būtina nustatyti pirmakursių žinias pateikčių rengime. Tuo tikslu anketoje buvo pateikti keli klausimai.

Atlikus tyrimo duomenų analizę, nustatyta, kad 92 % A lygį ir 82 % B lygio moka kurti pateiktis (8 pav.).



■ Moku (AI)	■ Moku (BI)	■ Galiu atlikti su pagalba (AI)
■ Galiu atlikti su pagalba (BI)	■ Nemoku (AI)	■ Nemoku (BI)

8 pav. Pateikčių rengimas

Kadangi Technologijų fakultete didelis dėmesys yra skiriamas programavimo įgūdžiams, tai anketos pabaigoje respondentams buvo suformuluoti du klausimai apie programavimo ir algoritmų sudarymo pradinius įgūdžius ir vienas klausimas kaip patys respondentai vertina savo turimas žinias (1 lentelė).

Labai gaila, kad tik 44,23 % respondentų mokykloje mokėsi programuoti, iš jų 26,09 % žino kas yra algoritmai.

55,77 % visų apklaustųjų mano, kad jiems užtenka turimų žinių kompiuterinio raštingumo srityje.

1 lentelė. Programavimo ir algoritmų sudarymo pradiniai įgūdžiai

Klausimas	A lygis		B lygis (mokyklinis, įskaita)		B lygis (nieko nelaikė)		Nesirinko	
	Taip	Ne	Taip	Ne	Taip	Ne	Taip	Ne
Ar mokėtės programuoti?	5	12	12	6	4	7	2	4
Ar sudarinėjote algoritmus?	1	16	4	14	1	10	0	6
Ar užtenka studijose turimų žinių kompiuterinio raštingumo srityje?	11	6	12	6	4	7	2	4

Išvados

1. Atlikus mokslinės literatūros bei antrinių statistinių duomenų analizę, galima teigti, kad nemažai stojančiųjų ateina įgiję pakankamą IKT kompetenciją, tačiau išlieka aktuali diferencijuoto tolesnio jos ugdymo aukštojoje mokykloje problema.
2. Vidurinėje mokykloje pakankamai gerai išaiškinamas kompiuterio valdymas, tai sąlygoja įgyti pakankamai geri praktiniai teksto rašymo įgūdžiai.
3. Remiantis atlikto tyrimo rezultatais nustatyta, kad stojančiųjų kompiuterinio raštingumo žinios yra vidutiniškos, todėl universitete atsisakyti įvadinio informatikos dalyko būtų netikslinga. Informacinių technologijų, ypač jų teorinių pagrindų, kursas studentams yra reikalingas.
4. Studijų procese daugiau dėmesio būtina skirti temoms, susijusioms su sudėtingesnėmis teksto tvarkymo komandomis bei skaičiuoklei – skaitinės informacijos apdorojimui.
5. Labai didelį dėmesį būtina skirti algoritmizacijai bei programavimo pradmenims.

Tyrimo duomenų praktinis naudingumas

Tyrimo rezultatai visų pirma būtų naudingi dalyko dėstytojams, siekiant dinamiškai keisti IT dalyko turinį. Jiems labai svarbu nustatyti, kurioms temoms skirti daugiau ar mažiau laiko, kurios temos galbūt jau nebūtinos.

Literatūra

1. **Jasinevičius, R. ir kt.** Kompiuterinio raštingumo tyrimai ir ugdymo laimėjimai Lietuvoje. Informacijos mokslai, t. 34, p. 18-24.
2. **Preidys S., Grigūnas E., Breivienė R., Balandis H., Mickus A., Vidžiūnas A.** Stojančiųjų IKT žinių kitimo tendencijos. Iš informacinės technologijos 2007: teorija, praktika, inovacijos: tarptautinė mokslinė – praktinė konferencija. Alytus: Alytaus kolegija, p. 116-122.
3. (Kompiuterinio raštingumo įskaita, 2005) Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministro 2005 m. spalio 20 d. nutarimu Nr. 2101 „Mokinių kompiuterinio raštingumo įskaitos programa“.
4. **Otas A., Telešius E., Petrauskas V.** Kompiuterinio raštingumo tyrimai Lietuvoje. Informacijos mokslai, t. 42-43, p. 13-20. Prieiga per internetą: <http://www.leidykla.eu/fileadmin/Informacijos_mokslai/42-43/13-20.pdf> [žiūrėta 2009-05-26].

EKOLOGIŠKO – EKONOMIŠKO VAŽIAVIMO TYRIMAS LIETUVOS EISMO SĄLYGOMIS

A. Bakanas, A. Tautkus

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: ekologiškas, ekonomiškasis, degalų sąnaudos, kuras, važiavimas.

1. Įvadas

Oro užterštumas kenksmingomis dujomis yra labai aktuali ir svarbi tema tiek Lietuvoje, tiek visame pasaulyje. Dėl didėjančio automobilių skaičiaus kyla grėsmė gamtai ir aplinkai. Kasmet įvairios transporto priemonės į aplinką paskleidžia daugybę teršalų. Puikiai žinoma, kad išmetamųjų dujų kiekį bei sudėtį lemia automobilio amžius, variklio tipas, degalų rūšis, važiavimo būdas – režimas.

Ekologiškas – ekonomiškasis vairavimas yra vienas iš būdų mažinti Lietuvoje kenksmingų dujų kiekį. Šio vairavimo nauda yra mažesnės degalų sąnaudos bei švaresnė aplinka. Ekologiškumo parametrai yra neatsiejami nuo ekonomiško, juk kuo automobilis mažiau sudegina degalų, tuo mažiau kenksmingų dujų išmeta į aplinką. Ekologiško – ekonomiško vairavimo taisyklės nėra sudėtingos, jas išmokyti ir pritaikyti gali kiekvienas vairuotojas. Važiuojant atsakingai ir žinant daugiau apie ekologišką – ekonomišką vairavimą galima ne tik sutaupyti nemažai pinigų, bet ir sumažinti kenksmingą poveikį planetos atmosferai – būtent šios dujos labiausiai skatina visuotinį klimato atšilimą [1].

Ekologiško – ekonomiško važiavimo (Ekodriving) pranašumai:

- Kuro suvartojimo ir CO₂ išmetimų sumažėjimas;
- Išlaidų sumažėjimas (individualių, automobilių parkų, šalies ūkio);
- Padidėjęs saugumas kelyje;
- Remonto išlaidų sumažėjimas (mažesnis susidėvėjimas);
- Triukšmo sumažėjimas;
- Komforto padidėjimas;
- Viskas vienos kelionės metu.

Ekologiškai – ekonomiškai vairuoti „leidžia“ technologijos, įstatymai ir kas svarbiausia vairuotojų kultūra. Be vairuotojų kultūros nieko nepasieksime [2].

Darbo tyrimų objektas – ekologiškas – ekonomiškasis važiavimas, jo įtaka automobilio kuro sąnaudoms bei išmetamos kenksmingosios dujos.

2. Ekologiško – ekonomiško važiavimo eksperimentinis tyrimas

Tyrimui atlikti pasirinktas lengvasis automobilis, kuriuo važiuojama Panevėžio miesto gatvėmis tam tikrais maršrutais ir vairavimo būdais:

- Ekonomiškasis vairavimas – vairavimo būdas, kada vairuotojas perjungia pavaras tarp 1500 – 2000 aps./min. ir tolygiai spaudžia akseleratorių, bei stabdžių pedalą. Važiuoti reikia kuo aukštesne pvara ir laikytis pastovaus greičio. Taip sumažėja degalų sąnaudos, nes nereikalingai greitėjant suvartojama daug degalų.
- Agresyvus vairavimas – vairavimo būdas, kada vairuotojas perjungia pavaras, kai variklio sūkliai būna tarp 2000 – 2500 aps./min., važiuoja netolygiai, greitai – dažnai akseleruoja ir spaudžia stabdžių pedalą.

Pasirinkto automobilio markė ir charakteristikos: automobilio markė - Škoda Octavia, variklio darbinis tūris 1,9 l. TDI, 77 kW (105 AG), pagaminimo metai – 2005 m., kuras – dyzelinas.

Eksperimentinio tyrimo važiavimams pasirinkti keturi maršrutai. Gauti rezultatai pateikti 1 lentelėje.

Pastebėta, kad agresyviai važiuojant vidutinis greitis yra didesnis 14 km/h., negu ekonomiškai važiuojant (žr. 1 pav.). Tačiau tą patį atstumą važiuojant ir agresyviai, ir ekonomiškai, važiavimo trukmė yra labai panaši, agresyviai važiuojant atvažiuota 2 min greičiau, o vidutinės degalų sąnaudos mažesnės apie 10 % (t.y. 0,6 l/100 km) važiuojant ekonomiškai (žr. 1 pav.).

2 pav. pateikti eksperimentinio važiavimo maršrutu (1b) gauti rezultatai. Ekonomiškai važiuojant vidutinės kuro sąnaudos 7,5 % mažesnės (t.y. 0,4 l/100 km), važiavimo trukmė ilgesnė 1,5 min, o vidutinis greitis yra mažesnis 14 km/h (žr. 2 pav.). Pastebėta, kad ekonomiškai važiuojant važiuota

1 lentelė. Eksperimentinių tyrimų rezultatai

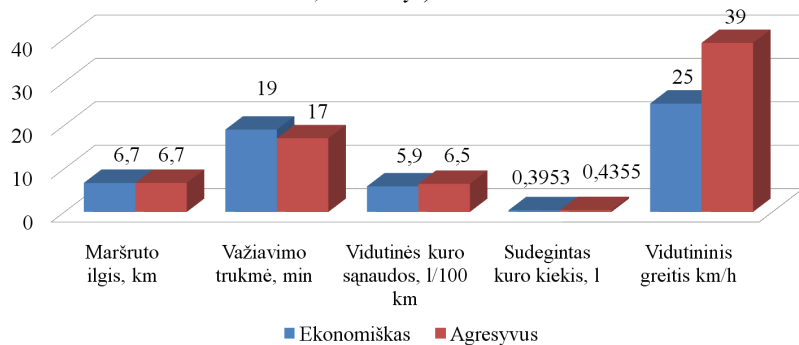
	Maršrutas 1a		Maršrutas 1b		Maršrutas 2a		Maršrutas 2b	
Važiavimo būdas, (E – ekonomiškasis, A – agresyvus)	E	A	E	A	E	A	E	A
Maršruto ilgis, km	6,7				4,2			
Važiavimo trukmė, min	19	17	12	10,5	8	7,5	7	6,5
Vidutinės kuro sąnaudos, l/100 km	5,9	6,5	4,9	5,3	5	5,3	4,5	5,6
Sudegintas kuro kiekis, l	0,395	0,435	0,328	0,335	0,21	0,223	0,189	0,235
Vidutinis greitis km/h	25	39	29	43	30	36	33	40

šiek tiek ilgiau, tačiau sudeginta mažiau kuro, o tai reiškia, jog į aplinką išmesta kur kas mažiau kenksmingų medžiagų.

3 pav. pateikti bandomojo važiavimo maršrutu (2a) gauti rezultatai. Ekonomiškai važiuojant visi rezultatai gavosi mažesni. Svarbiausia, kad vidutinės kuro sąnaudos ekonomiškai važiuojant 6 % mažesnės (t.y. 0,3 l/100 km), negu agresyviai, laiko važiuota vos tik 0,5 min ilgiau, o vidutinis greitis 6 km/h mažesnis (žr. 3 pav.).

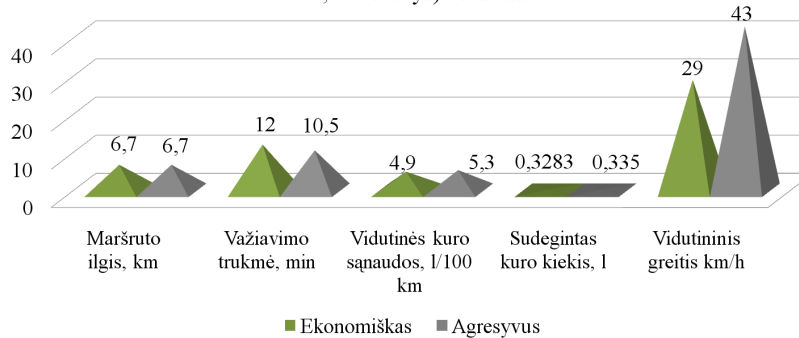
Iš 4 pav. pateiktų bandomojo važiavimo maršrutu (2b) gautų rezultatų matyti, kad tiek agresyviai, tiek ekonomiškai važiuojant atstumą 4,2 km gaunami tokie skirtumai: ekonomiškai važiuojant 0,5 min važiuojama ilgiau, vidutinės kuro sąnaudos netgi 20 % mažesnės (t.y. 1,1 l/100 km) (žr. 4 pav.).

Bandomųjų važiavimų (maršrutu (1a) – Tinklų g. 7- Savitiškio g. 61, Panevėžys) rezultatai

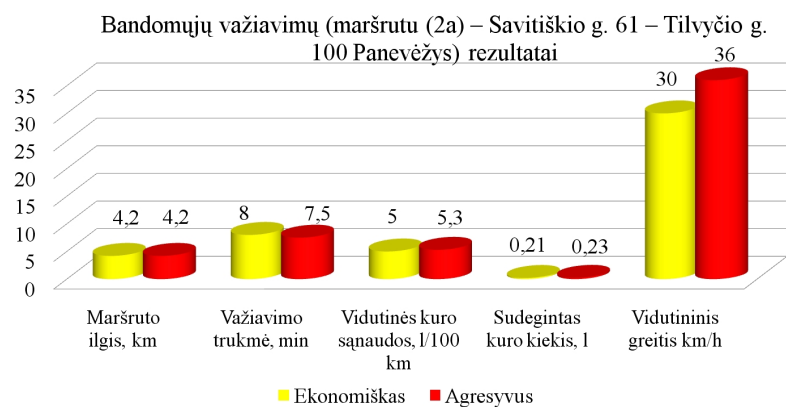


1. pav. Eksperimentinio važiavimo maršrutu (1a) rezultatai

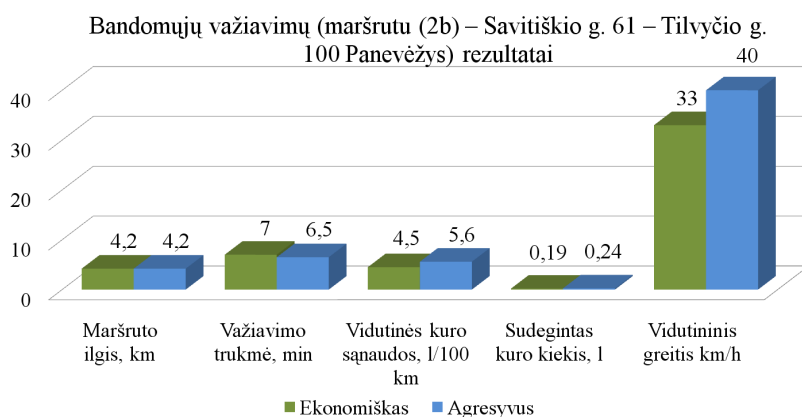
Bandomųjų važiavimų (maršrutu (1b) – Tinklų g. 7- Savitiškio g. 61, Panevėžys) rezultatai



2 pav. Eksperimentinio važiavimo maršrutu (1b) rezultatai



3 pav. Eksperimentinio važiavimo maršrutu (2a) rezultatai

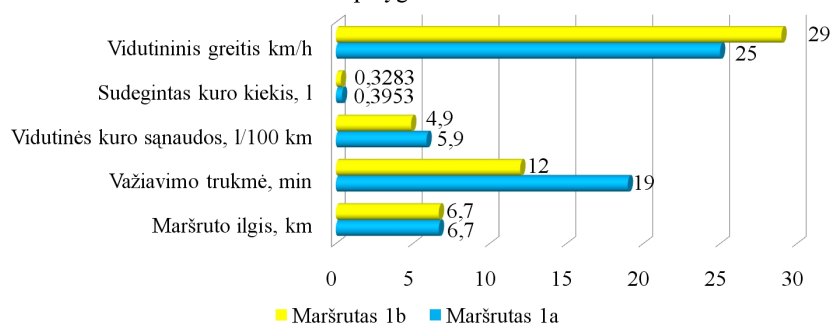


4 pav. Eksperimentinio važiavimo maršrutu (2b) rezultatai

5 pav. pateiktas eksperimentinių važiavimų maršrutu 1a ir 1b gautų rezultatų palyginimas. Iš šio palyginimo galime teigti, kad norint ekonomiškai važiuoti yra labai svarbu tiksliai pasirinkti vieną iš galimų maršrutų (šiuo atveju 1a arba 1b). Maršrutas 1a yra sudėtingesnis, kadangi šiame maršrute yra 16 šviesoforų, dėl kurių vairuotojas turi dažnai stabdyti automobilį, sustoti ir vėl judėti iš vietos, o tai prailgina važiavimo trukmę. Todėl automobilio vidutinės kuro sąnaudos didėja net 17 % (t.y. 1 l/100 km) (žr. 5 pav.).

Pagal gautus rezultatus, paskaičiuota kiek kuro bus sudeginama jei būtų ekonomiškai važiuojama maršrutais (1a ir 1b) ištisus metus, penkias dienas per savaitę, du kartus per dieną (žr. 2 lent.).

Bandomųjų važiavimų ekonomiškai važiuojant (maršrutų (1a ir 1b) – Tinklų g. 7- Savitiškio g. 61, Panevėžys) rezultatų palyginimas



5 pav. Eksperimentinių važiavimų maršrutu 1a ir 1b gautų rezultatų palyginimas

2 lentelė. Kuro sąnaudų kiekio skirtumas važiuojant ekonomiškai maršrutais 1a ir 1b

	Sudeginamo kuro kiekis, l			
	Per dieną	Per savaitę	Per mėnesį	Per metus
Maršrutas 1a	0,791	3,953	15,812	790,6
Maršrutas 1b	0,656	3,283	13,132	656,6
Degalų sąnaudų skirtumas, l	–	–	–	135
Sutaupoma pinigų, Lt	–	–	–	$135 \cdot 3,15^* = 425,25$ Lt

* – dyzelino kaina pateikta 2009 lapkričio mėn. 09 d.

Kuro sąnaudos 135 l mažesnės važiuojant 1b maršrutu ištisus metus penkias dienas per savaitę, du kartus per dieną (žr. 2 lent.).

3. Išvados

Vairuotojo vairavimo būdas – režimas tiesiogiai atspindi automobilio variklyje sudeginamo kuro kiekį. Eksperimentinių tyrimų rezultatai parodė, kad automobilio variklis kuro sudegina mažiau, kai automobiliu važiuojama ekonomiškai (laikantis ekonomiškų važiavimo taisyklių – rekomendacijų), o ne agresyviai. Kuo daugiau automobilio variklis sudegina degalų, tuo daugiau yra teršiama aplinka išmetamosiomis dujomis. Todėl galima teigti, kad ekologiskumo parametrai yra neatsiejami nuo ekonomiskumo.

Apibendrinant atliktus eksperimentinius tyrimus, palyginus gautus rezultatus daromos išvados – rekomendacijos:

1. Prieš pajudant rekomenduojama vairuotojui pagalvoti apie maršrutą, t.y. rinktis tokį kelią, kuriuo važiuojant būtų kuo mažiau sustojimų, t.y. šviesoforų, pėsčiųjų perėjų ar kt. kliūčių. Kiekvienas sustojimas privers pajudėti iš naujo, o tai reiškia, kad automobilio degalų sąnaudos didės.
2. Rekomenduojama pirmo laipsnio pavarą naudoti tik trumpam pajudėjimui iš vietos, tad nereikia ilgėliau varginti variklio, pariedėjus jungti iš karto antrąją. Tačiau ir ja važiuoti ilgiau nereikia – rekomenduojama aukštesnio laipsnio pavarą jungti tuomet, kai dyzelinio variklio sūkiai siekia 1500 – 2000 aps/min, o benzininio – 2000 – 2500 aps/min.
3. Važiuojant reikia stengtis palaikyti kuo tolygesnį greitį.
4. Judant nuo kalno rekomenduojama nejungti neutralios pavaros, o tik atkelti koją nuo akceleratoriaus pedalo, kadangi šiuolaikiniai varikliai visiškai blokuoja degalų patekimą (važiuojant tai galima išvysti informaciniame (borto) kompiuteryje).

Literatūra

1. Lietuvoje „Toyota“ atstovybės interneto svetainė. Prieiga per internetą: <http://www.toyota.lt/inside_toyota/environment/eco-driving/index.aspx> [žiūrėta 2009-09-20].
2. Internetinė svetainė apie ekologišką vairavimą. Prieiga per internetą: <http://www.transportlearning.net/download_center.phtml?material_id=87> [žiūrėta 2009-10-05].

IMPULSINIO ELEKTRONŲ GREITINTUVO VALDYMAS

D. Lapinskas, J. Valickas

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: greitinantis žiedas, elektronų srautas, matavimo zondas.

1. Įvadas

Plonasluoksnės ir nano ir mikro technologijos šiuo metu dinamiškiausiai besivystanti pramonės kryptis. Visi naujausi gaminiai globalinėje rinkoje vienokiu ar kitokiu būdu surišti su šiomis technologijomis. Aukščiau minėtų technologijų pagrindas – plonų plėvelių formavimas. Vienas populiariausių ir daugiausiai naudojamų plonų sluoksnių gavimo technologijų – vakuuminis garinimas. Šis būdas pakankamai gerai išstudijuotas ir daug kur naudojamas, nežiūrint brangaus jo realizavimo priemonių. Vakuuminiu garinimo būdu gautos plonos plėvelės pasižymi aukštomis kokybinėmis charakteristikomis. Norint gauti optimalius plonos plėvelės parametrus bei ekonomišką medžiagų naudojimą, reikalinga patikima plonos plėvelės formavimosi kontrolės matavimo metodika. Šiuo metu matavimo metode naudojama vakuuminio garinimo savybė – įkaitęs garintuvas ir garinama medžiaga emituoja elektronus ir matavimo zondas fiksuoja tuos elektronus, kurie jį pasiekia kartu su garinamos medžiagos dalelėmis [1]. Šio metodo trūkumai yra nedidelis elektronų srautas garinamos medžiagos sraute. Šis elektronų srautas būna dar mažesnis, kai medžiagos garinamos iš žemos temperatūros.

Šio darbo tikslai:

1. panaudojant anodą ir greitinantį žiedą, kuriam impulsais duodama įtampa, gauti elektronų srauto pasiekiančio padėklą padidėjimą, taip sustiprinant signalą gaunamą iš zondo, kuris padidintų plonų plėvelių augimo matavimo jautrumą.
2. Eksperimento valdymas (t.y anodo, greitinančio žiedo, garintuvo įtampų valdymas) panaudojant automatinio valdymo priemones.

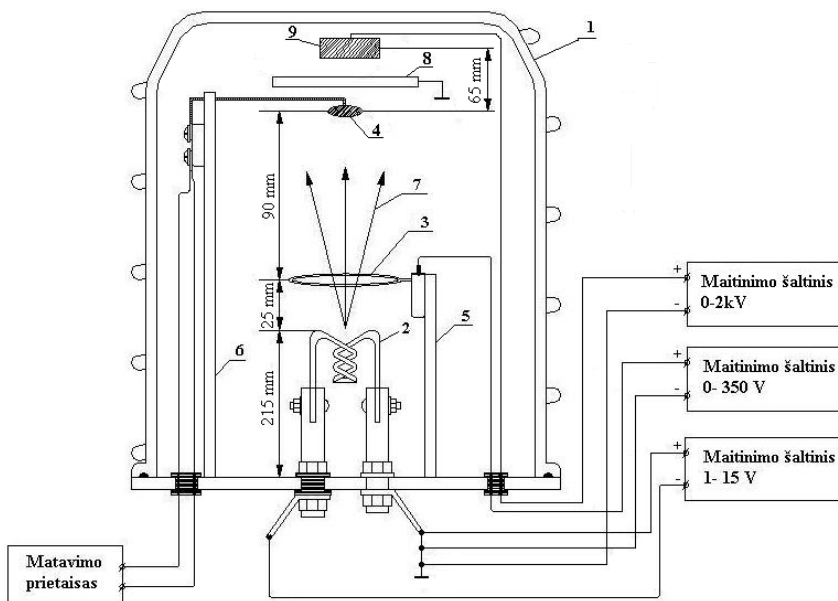
2. Eksperimentų įranga

Užsibrėžtų tikslų siekimui ir eksperimentiniam tyrimui buvo panaudotas vakuuminio garinimo įrenginys YBH-2M-1, su kuriuo buvo atliekami eksperimentai. Šio įrenginio kameroje be jau esančių įrenginių

papildomai buvo įrengti šie įrenginiai: greitinantis žiedas, anodas, matavimo zondas. Vakuuminio garinimo įrenginio bendras vaizdas ir viduje esančių įrenginių išdėstymas pavaizduoti 1 paveiksle.

Volframinis garintuvas, esantis šio vakuuminio įrenginio kameroje, prijungtas prie žemos įtampos (1V – 15V) ir didelės srovės (60A), reguliuojamo maitinimo šaltinio MANSO SPS9600. Volframinis garintuvas padavus jam nuolatinę įtampą įkaista ir emituoja elektronus. Virš garintuvo 25 milimetrų atstumu pritvirtintas greitinantis žiedas (greitintuvas). Jis padarytas iš varinės vielos. Žiedo skersmuo yra 30 milimetrų. Greitintuvas prijungtas prie reguliuojamos įtampos (0V – 350V) maitinimo šaltinio FUG NLN35 – 350. Eksperimentuose suplanuota paduoti į greitintuvą impulsinę teigiamą įtampą garintuvo atžvilgiu, kad pagreitinti elektronus ir nukreipti juos padėklo kryptimi ir taip pasiekti elektronų emisijos (zondo įtampos) padidėjimą.

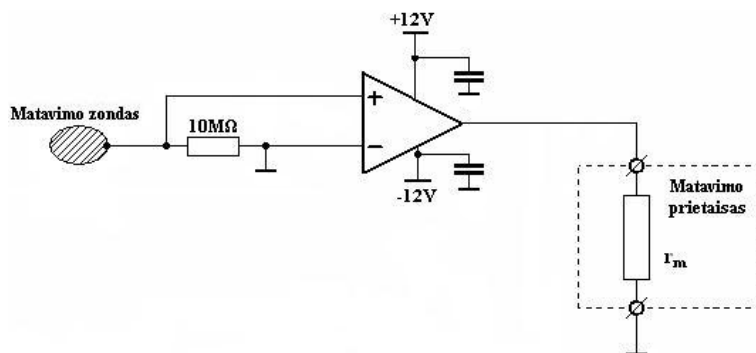
Kvadrato formos metalinė plokštelė (anodas), kurios kraštinės ilgis 15 mm yra pritvirtinta virš padėklo 65 milimetrų atstumu nuo zondo. Ji prijungta prie reguliuojamos aukštos įtampos (0 V – 2 kV) maitinimo šaltinio FUG MCN140-2000. Į ją padavus teigiamą aukštą įtampą nuo 0 iki 2 kV garintuvo



1 pav. Vakuuminio garinimo įrenginys: 1 – vakuuminio garinimo įrenginio kamera, 2 – volframinis garintuvas, 3 – greitinantis žiedas, 4 – matavimo zondas, 5 – greitinančio žiedo laikiklis, 6 – zondo laikiklis, 7 – garintuvo emituoti elektronų srautas, 8 – padėklas, 9 – metalinė plokštelė (anodas)

atžvilgiu taip pat bus bandoma pritraukti greitintuvo įgreitintus elektronus link padėklo. Kadangi metalinė plokštelė (anodas) yra virš padėklo, tai elektronų srautas skriejantis link anodo pirmiausia susidurs su padėklu ir su zonu ir taip bus bandoma pasiekti elektronų emisijos (zondo įtampos) padidėjimą. Elektronų emisijai matuoti visuose eksperimentuose naudojamas apskritimo formos 10 mm skersmens metalinis zondas, kuris pritvirtintas ant laikiklio. Šis zondas eksperimentų metu naudojamas todėl, kad mes negariname medžiagos, o tik tyrinėjame elektronų srautus. Zondas 90 milimetrų atstumu pakeltas nuo greitinančio žiedo, o jo centras eina per vidurį greitinančio žiedo. Matavimo zondo prijungimo prie matavimo prietaiso schema pavaizduota 2 paveiksle.

Ankstesni eksperimentai parodė, kad kai matavimo zondas yra tiesiogiai ilgu laidu prijungtas prie matavimo prietaiso, šis laidas veikia kaip „antena“ ir priima pašalinius trukdžius. Taigi, matavimai negalėjo būti pakartoti ir gauti identiški ar artimi ankstesniems eksperimentų matavimo duomenims, esant tai pačiai konstrukcijai. Matavimo duomenys priklausydavo nuo „anteną“ veikiančių pašalinių trukdžių. Ši problema buvo išspręsta panaudojus operacinį stiprintuvą. Čia operacinis stiprintuvas buvo tiesiogiai pajungtas prie matavimo zondo išvadų ir taip panaikintas „antenos“ efektas. Matavimo rezultatai pagerėjo, nebeliko didelių matavimo duomenų svyravimų.



2 pav. Matavimo zondo prijungimo prie matavimo prietaiso schema

3. Eksperimentų planavimas, realizavimas ir rezultatų analizė

Sujungus visus įrenginius vakuuminio garinimo įrenginio kamera uždaroma ir prasideda vakuumavimo procesas. Pasiekus $2 \cdot 10^{-4}$ torro vakuumo lygį pradedami eksperimentai [2].

Pirmas eksperimentas. Siekiama ištirti greitinančio žiedo įtaką elektronų srautui judančiam iš garintuvo padėklo link ir nustatyti optimalią greitinančio žiedo nuolatinę įtampą, kuriai esant didžiausias elektronų srautas pasiektų zondą (t.y. zondo įtampa būtų didžiausia) [3, 4]. Šio eksperimento

metu keičiama garintuvo maitinimo šaltinio įtampa nuo 3 V iki 8 V 0,5 V žingsniu. Tęsiant eksperimentą garintuvo maitinimo šaltinio įtampa keičiama taip pat tik dar yra įjungiamas greitinančio žiedo maitinimo šaltinis ir žiedui paduodama 10 V įtampa. Tolimesnė eksperimento eiga tokia pati tik greitinančio žiedo maitinimo šaltinio įtampą kiekvieną kartą didiname 10 V žingsniu ir taip didiname greitinančio žiedo maitinimo šaltinio įtampą iki 100 V. Zondo įtampos matavimo duomenys, gauti keičiant garintuvo įtampą ir kartu keičiant greitinančio žiedo įtampą pateikti 1 lentelėje.

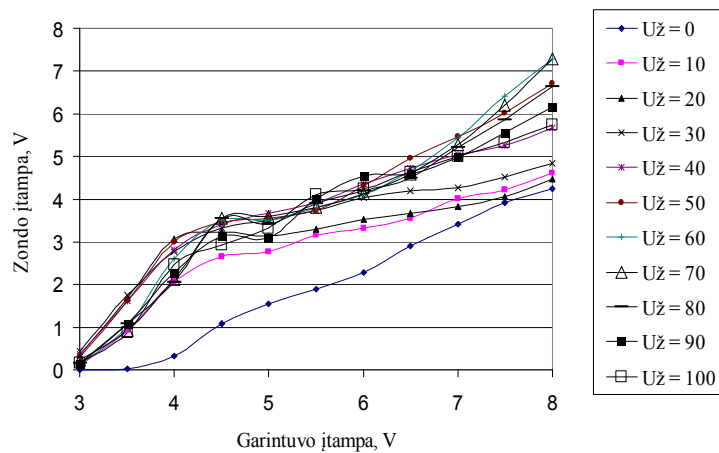
Gavus 1 lentelėje pateiktus zondo įtampos matavimo duomenis nubrėžiamos zondo įtampos priklausomybės nuo garintuvo įtampos esant skirtingoms neimpulsinėms greitinančio žiedo įtampoms. Šios priklausomybės pateikiamos 3 paveiksle.

Suskaiciavus visų 1 lentelės eilučių zondo įtampų vidurkius galima daryti išvadą, kad didinant greitinančio žiedo įtampą nuo 0 iki 50 V zondo įtampa didėja ir pasiekia maksimalią reikšmę esant 50 V žiedo įtampai (toliau didinant žiedo įtampą zondo įtampa nebedidėja ir pradeda netgi truputį mažėti). Tas rodo kad 50 V greitinančio žiedo įtampa yra pati optimaliausia.

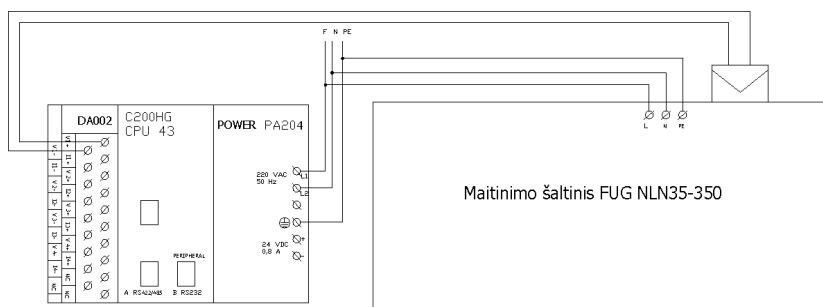
Antras eksperimentas. Tai eksperimentas valdant greitinantį žiedą įvairių parametrų impulsine įtampa. Eksperimento metu maitinimo įtampa greitinančiam žiedui paduodama 50 V dydžio impulsais. Impulso ir pauzės periodas 0,5 s. Garintuvo maitinimo šaltinio įtampa palaikoma pastovi ir lygi 5 V. Greitintuvo įtampos impulsai buvo formuojami ir jų parametrai valdomi, jo maitinimo šaltinį valdant Omron firmos SYSMAC C200HG valdikliu su diskretinių signalų konvertavimo į analoginius modulių DA002 (t.y. paduodant greitintuvo maitinimo šaltiniui nuo 0 iki 10 V analoginį valdymo signalą). Valdiklio SYSMAC C200HG sujungimo su maitinimo šaltiniu FUG NLN35-350 schema pateikta 4 paveiksle.

1 lentelė. Zondo įtampos matavimo duomenys

	U_g	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
U_z	$U_z = 0$	0,001	0,024	0,317	1,093	1,537	1,881	2,278	2,906	3,41	3,93	4,25
U_z	$U_z = 10$	0,125	0,912	2,065	2,654	2,76	3,152	3,318	3,551	4,008	4,217	4,603
U_z	$U_z = 20$	0,342	1,676	3,076	3,228	3,13	3,297	3,531	3,662	3,83	4,06	4,464
U_z	$U_z = 30$	0,428	1,754	2,769	3,329	3,508	3,743	4,044	4,203	4,261	4,514	4,834
U_z	$U_z = 40$	0,378	1,611	2,809	3,407	3,662	3,912	4,364	4,727	5,06	5,251	5,67
U_z	$U_z = 50$	0,292	1,61	3	3,457	3,546	3,746	4,305	4,954	5,462	6,021	6,698
U_z	$U_z = 60$	0,125	1,022	2,616	3,506	3,513	3,793	4,1	4,662	5,448	6,411	7,285
U_z	$U_z = 70$	0,237	0,912	2,124	3,542	3,587	3,8	4,129	4,598	5,271	6,198	7,278
U_z	$U_z = 80$	0,17	1,089	2,046	3,546	3,412	3,89	4,193	4,491	5,205	5,858	6,63
U_z	$U_z = 90$	0,147	1,089	2,284	3,144	3,091	4,007	4,552	4,586	4,978	5,56	6,166
U_z	$U_z = 100$	0,158	0,876	2,466	2,928	3,316	4,112	4,251	4,642	5,008	5,331	5,746



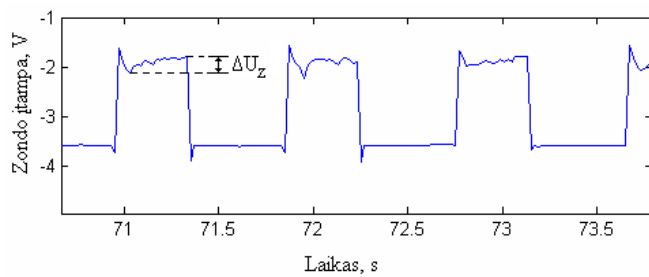
3 pav. Zondo įtampos priklausomybės nuo garintuvo įtampos esant skirtingoms greitinančio žiedo įtampoms



4 pav. Valdiklio SYSMAC C200HG sujungimo su maitinimo šaltiniu FUG NLN35-350 schema

Eksperimento metu siekiame gauti elektronų srauto pasiekiančio zondą padidėjimą. Toks efektas numanomas dėl to, kad elektronai greitinami impulso metu, jo pauzės metu neveikiami anodinio žiedo poveikio ir daugiau tikimybės kad laisvai pasieks zondą. Numanomas elektronų srauto padidėjimo efektas tikėtinas tik pereinant žiedo įtampai iš 50 V impulso į pauzę. Eksperimento metu buvo gautas zondo įtampos kitimo laike grafikas, kuris pateiktas 5 paveiksle.

Iš gautos priklausomybės matome, kad didinant impulso ir pauzės periodus zondo įtampos pokytis mažėja. Taip logiškai ir turėtų būti – matavimo įranga integruoja mažiau elektronų srauto impulsų per tą patį laiką.



5 pav. zondo įtampos kitimas laike

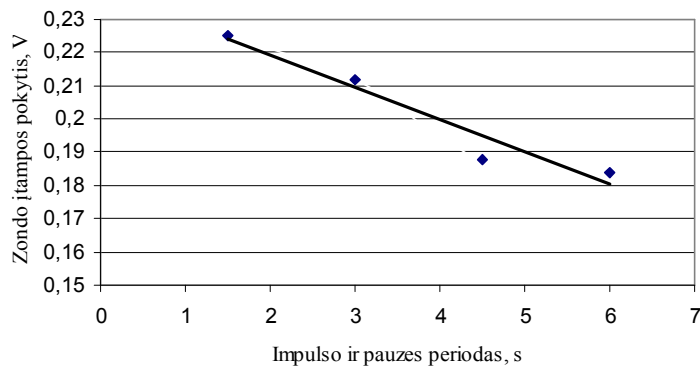
Iš 5 paveiksle pateikto grafiko matome, kad zondo įtampos padidėjimas (pokytis) yra pastebimas praėjus 0,1 s po greitinančio žiedo įtampos impulso išjungimo. Šis padidėjimas grafike pažymėtas ΔU_z .

Trečias eksperimentas. Atliekamas su greitinančiu žiedu ir metaline plokšte (anodu) siekiant ištirti anodo įtaką elektronų srautui judančiam iš garintuvo padėklo link. Šio eksperimento metu garintuvo maitinimo šaltinio įtampa buvo palaikoma pastovi ir lygi 5 V. Greitinančio žiedo maitinimo įtampa buvo impulsinė 50 V, o impulso ir pauzės periodas toks pat kaip ir antrame eksperimente ir lygus 0,5 s. Norint gauti dar didesnę elektronų srauto pasiekiančio padėklą padidėjimą anodo įtampa turi būti didesnė už greitinančio žiedo įtampą. Tačiau šio eksperimento metu dar didesnio elektronų srauto padidėjimo pasiekti panaudojant anodą nepavyko, todėl kad anodo maitinimo įtampos palaikyti didesnės už greitinančio žiedo maitinimo įtampą nepavyko, nes prasidėdavo jonizacija.

Ketvirtas eksperimentas. Maitinimo įtampa greitinančiam žiedui paduodama impulsais. Tik, šiuo atveju, buvo siekiama ištirti kaip impulso ir pauzės periodai įtakoja elektronų srautą pasiekiantį padėklą. Šio eksperimento metu garintuvo maitinimo šaltinio įtampa palaikoma pastovi ir lygi 5 V, o greitinančio žiedo maitinimo šaltinio įtampa buvo paduodama žiedui vienodo dydžio 50 V impulsais. Šio eksperimento metu buvo keičiamas impulso periodas taip pat lygiagrečiai pauzės periodas. T.y. impulso ir pauzės periodai yra lygūs. Eksperimento metu buvo fiksuojami rezultatai ir sudaroma gautų duomenų lentelė (žr. 2 lent.). Iš 2 lentelėje pateiktų duomenų nubrėžiama zondo įtampos pokyčio priklausomybė nuo impulso ir pauzės periodo (6 pav.).

2 lentelė. Impulso ir pauzės periodo ir zondo įtampos pokyčio matavimo duomenys

Impulso ir pauzės periodas, s	Zondo įtampos pokytis, V
1,5	0,225
3	0,212
4,5	0,188
6	0,184



6 pav. Zondo įtampos pokyčio priklausomybė nuo impulso trukmės ir pauzės periodo

4. Išvados

1. Panaudojant Omron firmos valdiklį SYSMAC C200HG su diskretinių signalų konvertavimo į analoginius signalus moduliu DA002, suprojektuota valdymo schema greitinančio žiedo maitinimo šaltinio impulsiniam valdymui.
2. Veikiant greitinantį žiedą įtampos impulsais buvo pasiektas elektronų srauto, pasiekiančio padėklą, maksimalus 15% padidėjimas, lyginant su atveju, kai žiedo įtampa lygi nuliui.
3. Matavimų duomenų tikslumui padidinti (triukšmų sumažinimui) matavimo zondo išvadai jungiami prie operacinio stiprintuvo su stipriu neigiamu grįžtamu ryšiu. Tokiu būdu, buvo sumažinti matuojamo zondo signalo triukšmai ir pasiektas didesnis zondo įtampos įvertinimo tikslumas.

5. Literatūra

1. **Kaliusas R., Kleiza V., Sinkevičius V., Žilinskas R. A.** Laidininkų sluoksnių varžos matavimas kondensacijos metu. 8-osios mokslinės – techninės konferencijos „Lietuviškas spalvinis kineskopas – Gamyba ir perspektyvos“ medžiaga. – EKRANAS, 1998. 13 – 20 p.
2. **Dr. Umrath, W.** Fundamentals of vacuum technology. – Cologne, August, 1998.
3. **Кацман Ю. А.** Электронные лампы для высоких и низких частот. – Москва- Ленинград: Госэнергоиздат, 1961, с. 14 – 19.
4. **Čepulis V.** Elektroninė optika. – Kaunas: Technologija, 2001.

AUTOMOBILIO VIBRACIJŲ TYRIMAS

N. Polovinkina, A. Tautkus

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: vibracija, automobiliai, SVAN 958, vibracijos rizika, rankas veikianti vibracija, visą kūną veikianti vibracija

1. Įvadas

Lietuvos profesinių ligų registro duomenimis, vienas iš svarbiausių kenksmingų veiksnių, skatinančių profesinių ligų vystimąsi, yra vibracija. Vibracijos, kylančios transporto priemonėse, gali turėti daugialypę poveikį keleiviams ir vairuotojams, prastinant sveikatos būklę ir mažinant darbo efektyvumą. Dėl to reikalingas vibracijų intensyvumo vertinimas pagal jų žalingą poveikį žmogui.

Transporto priemonių vibracijų matavimas atliekamas siekiant išspėsti tokias uždavinius, kaip vairuotojų ir keleivių komforto laipsnio įvertinimas.

Darbo tikslas – ištirti skirtingų automobilių vibracijų, veikiančių rankas ir visą kūną, poveikį žmogui.

2. Vibracijos samprata

Vibracija (mechaninė vibracija) tai kietojo kūno pasikartojantys judesiai (virpesiai) apie pusiausvyros padėtį. Dažniausiai sąvoka *mechaninė vibracija* suprantama kaip mašinos, technologinio proceso nepageidaujamas rezultatas, lemiantis darbuotojo saugą ir sveikatą, taip pat mašinų darbo patikimumą, konstrukcijų patvarumą ir pan [1].

Pagal laiko charakteristikas vibracija skirstoma į **pastovią ir nepastovią**. Nepastovi vibracija skirstoma į **kintančią, nutrūkstančią ir impulsinę**.

Pagal spektro charakterį vibracija skirstoma į plačiajuostę ir siaurajuostę.

Pagal atsiradimo šaltinį darbo vietose vibracija skirstoma į tris kategorijas: transporto, transporto technologinę ir technologinę.

Rankas veikianti vibracija (per rankas veikianti vibracija) – perduodami į rankas kenksmingi darbuotojo sveikatai ir saugai mechaniniai

virpesiai, ypač sukeliantys kraujagyslių, kaulų sąnarių ir raumenų bei neurologinius pakenkimus [2]. Rankas veikiančios vibracijos kenksmingas poveikis apima tam tikro poslinkio (dažniausiai apibūdinant pagreičio amplitudę) virpesius, kurie sklinda nuo 6,3 Hz iki 1250 Hz dažniu [3]. Nustatyta, kad kenksmingiausia yra žemesniųjų dažnių sritis (iki 250 Hz).

Visą kūną veikianti vibracija – perduodami į visą kūną kenksmingi darbuotojo sveikatai ir saugai mechaniniai virpesiai, ypač sukeliantys nugaros apatinės srities negalavimus ir stuburo traumas [1]. Visą kūną veikiančios vibracijos žalingas poveikis apima virpesius, kurie sklinda pagrindiniais žmogaus atramos paviršiais (grindimis, sėdyne ir pan.) nuo 0,5 Hz iki 80 Hz dažniu [4] ir turi tam tikrą virpesių sukeltą poslinkį (amplitudę), dažniausiai vertinamą vibracijos pagreičiu.

3. Vibracijos matavimas automobilyje

Darbe virpesiams matavimui naudojamas **4 kanalų garso lygio ir vibracijos matuoklis – analizatorius SVAN 958** (1 pav.). Prietaisas yra skirtas vibracijos pagreičiui ir greičiui matuoti ir taip pat įvertinti akustinį triukšmo lygį.

Komplektuojamas **SV 39A/L** ir **SV 50** tipo virpesių vibrojutikliais. Vibrojutiklis **SV 39A/L** naudojamas visą kūną veikiančios vibracijos matavimams, o vibrojutiklis **SV 50** - rankas veikiančios vibracijos matavimams.

Virpesių tyrimo praktikoje naudojamas **spektrinės analizės metodas, išskaidant ištisinį virpesių srautą į elementarias juostas**. Spektrams formuoti naudojami juostiniai filtrai, kurių juostos dalis yra **1/3 oktavos** [5].

Matavimai buvo atlikti skirtingų metų automobiliuose su dyzeliniu ir benzininiu varikliu.

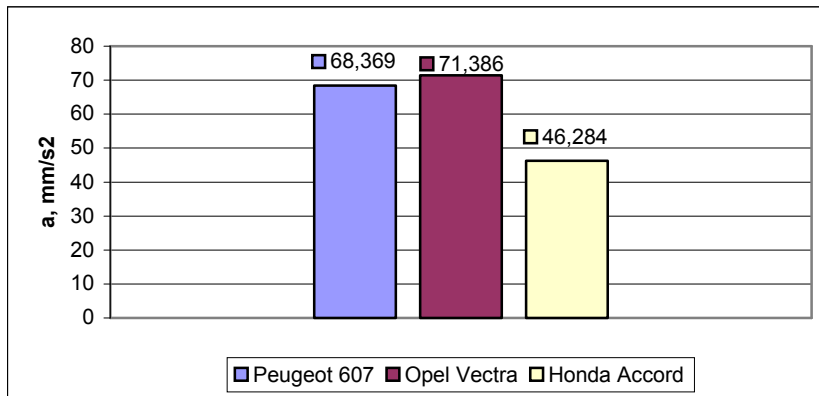
Matavimams buvo parinktos kelios vietos automobilyje: rankos (rankas veikiančios vibracijos matavimams), sėdynės (visą kūną veikiančios vibracijos matavimams), kapotas, panelė, stiklas (automobilio vibracijos matavimams).



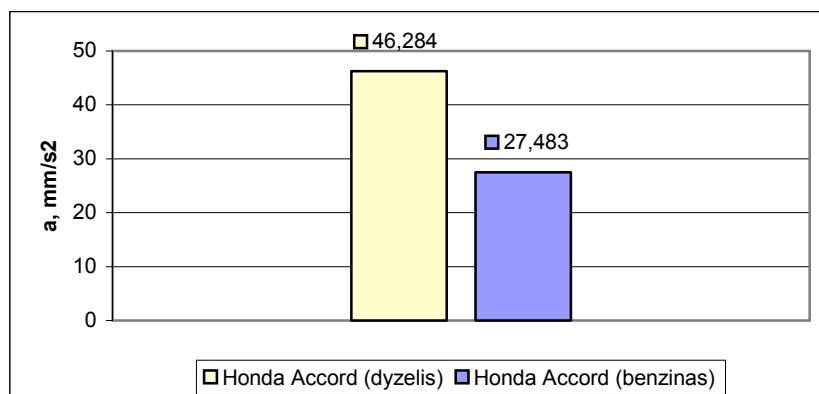
1 pav. Keturių kanalų garso lygio ir vibracijos matuoklis – analizatorius SVAN 958

Atlikus matavimus ar kitaip nustčius veikiančios vibracijos vertes, atliekamas vibracijos rizikos vertinimas ir kai reikia, vibracijos rizikos valdymo priemonių numatymas. Gauti vibracijos matavimo higieninio vertinimo rezultatai lyginami su didžiausiais leidžiamais dydžiais, pateiktais higienos normoje.

Atlikus rankų vibracijų matavimus nustatome, kad didžiausia vibracija sukeliamą 2,5 Hz dažniui. Iš 2 paveikslėlio matome, kad didžiausia vibracija sukeliamą automobilyje Opel Vectra. Pagal higienos normas ji neviršija leistinos normos = 2950 mm/s².



2 pav. Rankų vibracijos pagreitis automobiliuose su dyzeliniu varikliu iki 5 metų senumo, kai dažnis $f = 2,5$ Hz



3 pav. Rankų vibracijos pagreitis vienodo modelio automobiliuose su skirtingų tipų varikliais, kai dažnis $f = 2,5$ Hz

3 paveiksliuke parodyta, kad didžiausią vibraciją sukelia automobilis su dyzeliniu varikliu, tačiau ji neviršija leistinos normos.

4. Išvados

1. Nustatyta, kad kenksmingiausia yra žemesniųjų dažnių sritis $f = 2,5$ Hz.
2. Pagal matavimų rezultatus galima spręsti, didesnė vibracija, veikianti visą kūną ir rankas, sukeliamą automobiliuose su dyzeliniu varikliu.
3. Palyginus rezultatus galima spręsti, kad rankas ir visą kūną veikianti vibracija automobiliuose iki 5 metų senumo mažesnė nei virš 5 metų automobiliuose.
4. Išmatuotos vibracijų vertės neviršija leistinų normų.

Literatūra

1. Praktinės rekomendacijos darbuotojų apsaugos nuo vibracijos keliamos rizikos nuostatams taikyti. Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministerija. Vilnius, 2005
2. Darbuotojų apsaugos nuo vibracijos keliamos rizikos nuostatai. – Žin., 2004, Nr.41-1350
3. LST EN ISO 5349-1:2004. Mechaniniai virpesiai. Per rankas perduodamos vibracijos matavimas ir poveikio žmogui įvertinimas. 1 dalis. Bendrieji reikalavimai.
4. LST ISO 2631-1:2004. Mechaniniai virpesiai ir smūgiai. Vibracijos, veikiančios visą žmogaus kūną, poveikio įvertinimas. 1 dalis. Bendrieji reikalavimai.
5. Šukys R., Čyras P., Kaminskas K. A., Girnius V., Nainys V. Žmonių sauga darbe. Laboratoriniai darbai. – Vilnius, 2004. – 80 p.

PASYVUS NAMAS ŠIANDIEN

J. Rajunčiūtė

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: pasyvus namas, sandarumas, rekuperacinė sistema, alternatyvi energija.

1. Įvadas

Pasyvus namas, tai pastatas, kurio normalios vidaus temperatūros (min 20°C) palaikymas ištisus metus nereikalauja aktyvaus energijos naudojimo. Pagrindinis reikalavimas tokiam namui, kad energijos suvartojimas pastato šildymui ir vėdinimui neviršytų 15 kWh vienam kvadratiniam metrui per metus. Palyginimui, šiuolaikinius reikalavimus atitinkančiame name suvartojama vidutiniškai 100 kWh energijos vienam kvadratiniam metrui šildyti, plytiniame 1940-1980 m. statybos name – 250 – 350 kWh/m² per metus. Maksimalios kasmetinės energijos sąnaudos šildymui, vandens šildymui, apšvietimui ir visiems buitiniams elektriniams prietaisams turi būti mažesnės nei 120 kWh/kv. m.

Pagrindiniai pasyvaus namo kriterijai – labai geras pastato sandarumas, didelė sienų, stogo ir visų konstrukcijų šiluminė varža, įrengta aukšto naudingumo koeficiento vėdinimo sistema, optimalus nemokamų šilumos šaltinių panaudojimas (saulės, buitinių prietaisų ir kt.). Gerai izoliuotas pasyvus namas veikia kaip termosas, todėl sukauptą energiją išlaiko ilgą laiką. Jos pakanka iš maisto gaminimo, karšto vandens ar net žmogaus šilumos.



1 pav. Energijos sąnaudos kWh/kv. m per metus

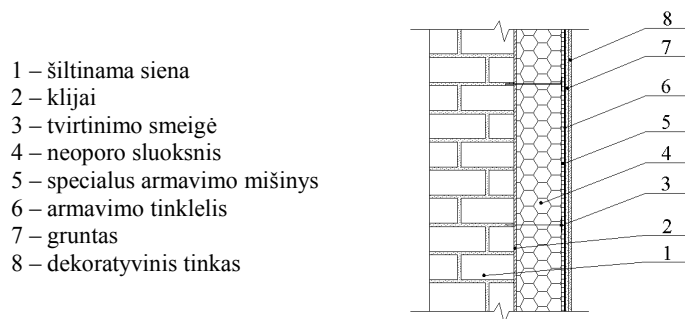
2. Namų sandarumas

Pasyvūs namai pasižymi ypač energiška efektyvumais atitvaromis, geru sandarumu ir minimizuotu ilginių šalčio tiltelių poveikiu. Norint pasiekti šiai grupei priklausančio namo energinę reikšmę, dera itin gerai suprojektuoti visas pastato atitvaras. Atitinkamai turi būti užtikrintas ir bendras pastato atitvarų sandarumas.

Šilumos nuostoliai per pastato konstrukcijas įvertinami šilumos perdavimo koeficiento (U) pagalba. Šis koeficientas parodo, koks šilumos kiekis pernešamas per tam tikrą laiko ir ploto vienetą, kai temperatūrų skirtumas siekia 1 K. Sienose, stoge, grindų virš rūsio ar grunto konstrukcijose turi būti kuo mažiau šalčio tiltų. Garo ir vėjo izoliacija atitvarose turi būti nepertraukiama. Pasyviajam namui keliama labai aukšti sandarumo reikalavimai:

- oro pralaidumo koeficientas $n_{50} \leq 0,6$ (esant 50 Pa slėgiui patalpoje prarandama ne daugiau kaip 0,6 jos oro tūrio);
- sienų šilumos laidumo rodiklis U turėtų būti iki 0,13 W/kv.m K;
- stogo – $U \leq 0,10$ W/kv.m K;
- grindų ant grunto – $U \leq 0,15$ W/kv. m K;
- langų ir durų – $U \leq 0,8$ W/kv. m K.

Pasyvaus namo apšiltinimas labai gera šilumos izoliacija yra svarbiausia priemonė, kurios dėka pastate pasiekiamos tokios mažos U vertės, o taip pat sutaupoma daug energijos ir tuo pačiu pagerinamos komforto sąlygos. Gera šilumos apsauga yra svarbus pasyvaus namo faktorius. Geriausiomis termoizoliacinėmis savybėmis pasižymi putų polistireno klojiniai, „SAM“ sistemos. Į jų vidų pilamas betonas, tampantis pagrindine konstrukcine medžiaga, o polistirenas tarnauja kaip šilumos ir garso izoliatorius. Taip pat papildomai gali būti dedamas neoporo sluoksnis. Neopore įterpti infraraudonieji absorberiai bei reflektoriai, leidžiantys sumažinti ne tik medžiagos šiluminį laidumą, bet ir šiluminio spinduliavimo sukeliamus energijos praradimus.



2 pav. Namų sienos apšiltinimas neoporo sluoksniu

Pilkšvasis polistireninis putplastis iš neoporo atlieka savo funkcijas geriau negu to paties tankio įprastinės izoliacinės medžiagos. Tas pats izoliacinis efektas pasiekiamas izoliaciniam sluoksniui esant penktadaliu plonesniam negu įprastinio polistireninio putplasčio atveju.

3. Langai ir architektūriniai sprendimai

Langų, atitinkančių pasyvaus namo standartus, šilumos izoliacija turi būti tokia gera, kad bet kokiomis šalčiausiomis sąlygomis vidaus temperatūra nuo paviršių temperatūros nesiskirtų daugiau nei 3,5 laipsnio. Pasyvaus namo standartus atitinkantys langai gaminami naudojant penkių kamerų profilį ir tristiklį langų stiklinimą. Į tarpą tarp stiklų su metaliniu sluoksniu užpildomos dujos ir pasiekiamas šilumos perdavimo koeficientas $0,5 - 0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Jeigu norima pasiekti aukštą kokybę ne tik per įstiklinimą, bet ir visam langui, tai reikalingas gerai izoliuotas rėmas ir geras sujungimas. Pastebėta, kad per pasyvaus namo langus dėl į vidų patenkančios saulės energijos (taip pat ir žiemą), šilumos nuostolių beveik nėra. Palyginus su įprastais langais šie langai sutaupo nemažiau kaip pusę per langus prarandamos šilumos.

Didesniam efektyvumui pasiekti langai turėtų būti orientuoti į pietinę (taip pat gali būti į pietryčių ar pietvakarių) pusę taip panaudojant daugiau natūralios saulės šilumos, o apsaugai nuo perteklinės šilumos vasarą rekomenduojama įrengti užuolaidas ar slankiojančios žaliuzės.

Pasyvius namus rekomenduojama statyti nesudėtingos formos, kad būtų galima gerai izoliuoti išorines atitvaras ir konstrukcijų jungtyse išvengti šilumos tiltelių. Namų forma efektyviausia ta, kuri turi mažiausią išorės sienų plotą. Tai gali būti kubas arba stačiakampis gretasienis. Įvairios atikišusios konstrukcijos tiesiog neprojektuojamos, nešildomos patalpos atskiriamos nuo šildomų. Siekima išvengti įdubimų, daug kampų, kuriuos sudėtingiau izoliuoti.

4. Rekuperacinė sistema

Pasyvusis statinys privalo būti ypač sandarus, taigi oro atnaujinimas, vykstantis tik ventiliatoriais, pro plyšius ar langus, nėra pakankamas. Kadangi šviežias oras yra ne tik komforto sąlyga, bet ir sveiko gyvenimo būtinybė, gyvenamojo ploto ventiliavimas yra vienas iš pagrindinių pasyviųjų namų kokybės rodiklių.

Akivaizdu, kad norminius parametrus gali užtikrinti tik mechaninė oro tiekimo/šalinimo sistema. Rekuperacinė sistema veikia taip, kad kiek iš patalpos oro ištraukiama, tiek pat paduodama šviežio. Žiemą iš patalpos pašalinamas šiltas oras savo šilumą atiduoda šilumokaičiams, kurie taip pat sušildo į patalpą patenkančią šviežią orą. Rekuperacinės sistemos padeda sulaikyti net iki 95% šilumos, keičiantis patalpose orui. Rekuperaciniai

ventagregatai tokiu būdu užtikrina nuolatinę oro kaitą visose patalpose, neleidžia sklisti kvapams į gyvenamus kambarius, šalina perteklinę drėgmę iš sanitarinių patalpų. Į patalpas nuolat tiekiamas šviežias, prisotintas deguonimi, filtruotas oras, o kartu su šalinamu oru ištraukiami įvairių dirbtinių apdailos ir statybinių medžiagų skilimo produktai, alergenai, perteklinis anglies dioksidas, dulkės, kvapai. Tai turi didelę įtaką namo gyventojų sveikatai, bendrai savijautai ir darbingumui.

5. Alternatyvūs energijos šaltiniai

Pasyvaus namo pagrindiniai pranašumai – ekonomija ir ekologija. Jie neteršia aplinkos kurioje gyvename, nes efektyviai panaudoja alternatyvių, atsinaujinančių šaltinių energiją.

Saulės radiacija Lietuvos teritorijoje yra kur kas didesnė, nei mūsų energijos poreikiai, todėl ši energetikos rūšis yra perspektyvi šaka. Saulės išspinduliuota šiluma gali būti panaudojama karšto vandens gamybai ir pastatų šildymui. Karšto vandens gamybai pritaikomi saulės kolektoriai, kurie sugeria ir nukreipia saulės šilumą į karšto vandens sistemą, o pastatų šildymui – saulės kolektoriai, šiltą vandenį tiekiantys į šildymo sistemą. Apšvietimui, rekuperacinei sistemai ir buitiniams elektriniams prietaisams maitinti rekomenduojama įrengti kombinuotas saulės-vėjo jėgaines.

6. Išvados

1. Pasyvaus namo energijos suvartojimas pastato šildymui ir vėdinimui turi neviršyti 15 kWh/kv. m per metus.
2. Pastato sandarumas turi būti ypač didelis su itin mažomis šilumos perdavimo koeficiento reikšmėmis. Tai pasiekama naudojant specialias medžiagas, tokias kaip „SAM“ sistemos, neoporas.
3. Taikomi specialūs langai, namo pagrindinė pusė orientuojama į pietus, idealiausia namo forma – kubas arba stačiakampis.
4. Būtina rekuperacinė sistema, sulaikanti iki 95% šilumos.
5. Energija pasyviame namui gaunama naudojant alternatyvius energijos šaltinius.

Literatūra

1. Alternatyvi energetika – protingas pasirinkimas // „Statyba ir architektūra“, Nr. 3, 2009.
2. „Kauno šilas“ pristato pasyvų namą // „Statyba ir architektūra“, Nr. 3, 2009.
3. Nepramanytos Pasakiškių istorijos // „Statyba ir architektūra“, Nr. 5, 2009.

MAŽOSIOS VĖJO ELEKTRINĖS

A. Jankauskas, R. Sereika, J. Valickas

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: vėjas, elektrinė

1. Įvadas

Brangstant energetikos resursams, didėjant ekologijos problemoms, vis daugiau dėmesio skiriama alternatyviems energijos šaltiniams. Viena patrauklių elektros energijos gamybos būdų – vėjo elektrinės. Olandijoje šiuo būdu gaminama apie 30% elektros energijos. Lietuvoje vėjo energija buvo naudojama jau labai seniai. Pirmieji vėjo malūnai pradėti statyti XIV a. Baltijos pajūryje. XIX a. pradžioje vėjo malūnai plačiai paplito po visą Lietuvą. Daugiausia vėjo malūnų buvo pastatyta Vidurio Lietuvoje – Panevėžio, Šiaulių, Naumiesčio, Vilkaviškio apskrityse. XIX a. II pusėje



1 pav. Lietuvos vėjuotumo žemėlapis

Lietuvoje veikė apie 200 vėjo malūnų, o 1921 m. – jau apie 1000. Vėjo malūnai buvo statomi lygumose, kur vyrauja tolygūs nesūkuriuoti vėjai. Raižytoje vietovėje vėjo malūnų statybos aikštelės buvo parenkamos ant kylančių kalvų. Žiūrėta, kad šių statinių neužstotų pavieniai medžiai, miškas ir trobesiai. Esant prastesnėms vietovės sąlygoms, vėjo malūnas buvo iškeliamas ant aukšto pamato, kad ir kaip šiuolaikinės vėjo jėgainės yra statomos ant daugmaž 5-8 metrų ilgio stiebo [1, 2]. Lietuvos mokslininkai intensyviai tyrinėja vėjo elektrinių efektyvaus panaudojimo galimybes. 1 pav. pateiktas vėjo greičio pasiskirstymo Lietuvos teritorijoje žemėlapis [3].

Iš žemėlapio matyti, kad turime visas galimybes pasigaminti nemažą kiekį elektros energijos naudojant įvairaus galingumo vėjo generatorius. Siekiant paskatinti tiek perkamų užsienyje, tiek konstruojamų vėjo elektrinių diegimą, reikalinga, kad daugiau elektros ir energetikos kryptų specialistų gerai suprastų vėjo elektrinių konstravimo principus ir jų teikiamus privalumus. Tam tikslui, Panevėžio instituto elektros inžinerijos katedroje šio straipsnio autoriai sukonstravo mažąją vėjo elektrinę ir ištyrė jos parametrus. Vėjo elektrinė sukonstruota iš laisvai prieinamų detalių ir medžiagų. Tokią konstrukciją gali pakartoti kiekvienas besidomintis vėjo energijos panaudojimu savo kvalifikacijos tobulinimui ir elementarių kiemo, sodo ar kitų objektų pigaus apšvietimo įrengimui. Pagamintos mažosios vėjo elektrinės nuotrauka pateikta 2 pav.



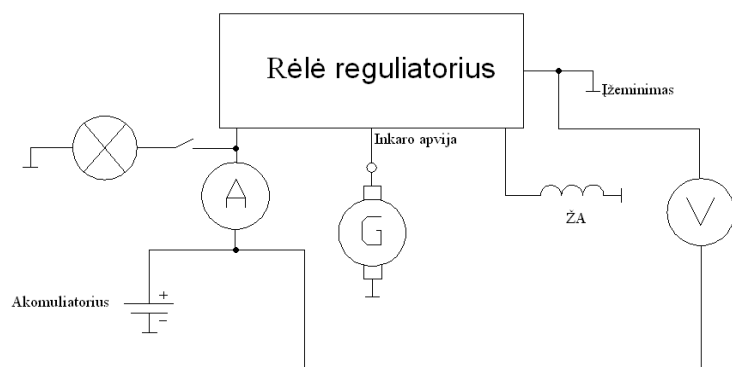
2 pav. Dirbanti mažoji vėjo elektrinė

2. Vėjo elektrinių veikimas ir konstrukcija

Vėjo jėgainių konstrukcija labai paprasta. Sparnų sukamasis judesys mechanine pavara arba tiesiogiai perduodamas į generatorių, kuris gamina elektros energiją. Daugumos Lietuvoje gaminamų vėjo jėgainių pagrindiniai elementai – generatorius ir reduktorius – dažniausiai buvo Rusijos gamybos. Jų techniniai duomenys ne visiškai atitinka vėjo jėgainių gamybos reikalavimus, nes yra skirti kitiems tikslams. Vėjo jėgainės pagal vėjaračio ašies orientaciją erdvėje skirstomos į du tipus: horizontalios ir vertikalios ašies. Horizontalios ašies vėjo jėgainės greitaiegiškesnės, mažesnio svorio, vieno instaliuoto kilovato kaina paprastai yra mažesnė negu vertikalios ašies jėgainių. Pagrindinės horizontalios ašies vėjo jėgainių dalys yra vėjaratis, greičių dėžė, generatorius, gaubtas, bokštas. Vėjaratis gali turėti įvairių skaičių sparnų ir sukis kintamu arba pastoviu greičiu. Plačiausiai paplitusios trijų sparnų horizontalios ašies vėjo jėgainės. Vertikalios ašies nedidelės vėjo jėgainės, nors ir paprastos konstrukcijos, turi gana daug trūkumų. Jos lėtaiegišės, didelių gabaritų, vėjo energijos kiekis, pratekantis per besisukančių sparnų užimamą plotą, vėjaračio mažai panaudojamas (neviršija 18 proc.). Pagrindinis jų privalumas, kad nereikalinga orientacijos sistema pagal vėjo kryptį, o svarbūs jėgainės elementai – greičių dėžė, generatorius gali būti sumontuoti ant jėgainės pamato [4].

3. Jėgainės projektavimas ir gamyba

Vėjaratis buvo gaminamas iš spygliuočio medienos. Generatoriui panaudotas turimas automobilio GAZ-51 elektros generatorius. Jis dirba susižadinimo režime. Generatoriaus galingumas priklauso nuo norimo elektros energijos kiekio. Šio generatoriaus galingumas yra ~ 500W. Generatoriaus įtampą lemia jo inkaro apsisukimų skaičius. Jeigu jį suka vėjaratis, kurio



3 pav. Rėlės reguliatoriaus principinė schema

apsisukimai kinta priklausomai nuo vėjo greičio, tai ir generatoriaus kuriama įtampa kinta. Norint turėti pastovią įtampą, reikalingas įtampos reguliatorius. Tam panaudotas standartinis automobilinis rėlinis įtampos reguliatorius RR-24. Reguliatoriaus principinė pajungimo elektrinė schemė pateikta 3 pav. Schemoje pavaizduotas ampermetras ir voltmetras naudojamas generuojamos galios matavimui. Elektrinės generuojamos elektros energija bus panaudota akumuliatorių – baterijų krovimui ir kiemo apšvietimui, kuriam panaudota 12 V nominalinės įtampos ekonomiška halogeninė lempa. Reguliatoriumi nustatyta 12 V įtampa, prilygsta lempos nominalinei įtampai.

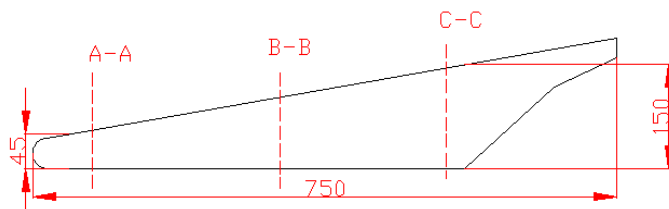
4. Vėjaračio skaičiavimas

Parinktas vėjaratis 3 menčių. Nuo menčių skaičiaus priklauso generatoriaus sukimosi greitis ir naudingumo koeficientas. Tokį pasirinkimą sąlygojo generatoriaus konstrukcija, nes vidutinis vėjo greitis apie 5 m/s atitinka automobilio tuščios eigos apsukas tarp 500 – 1000 aps/min, ir faktas, kad esant didesniai menčių skaičiui gaunamas didesnis vėjo sukimo momentas. Tokiu būdu konstrukcija su dviem mentėmis vystytų nepakankamą momentą ir konstrukcija su keturiomis mentėmis pakankamo generatoriaus sukimosi greičio. Vėjaračio konstrukcija pateikta 4 pav. [5].

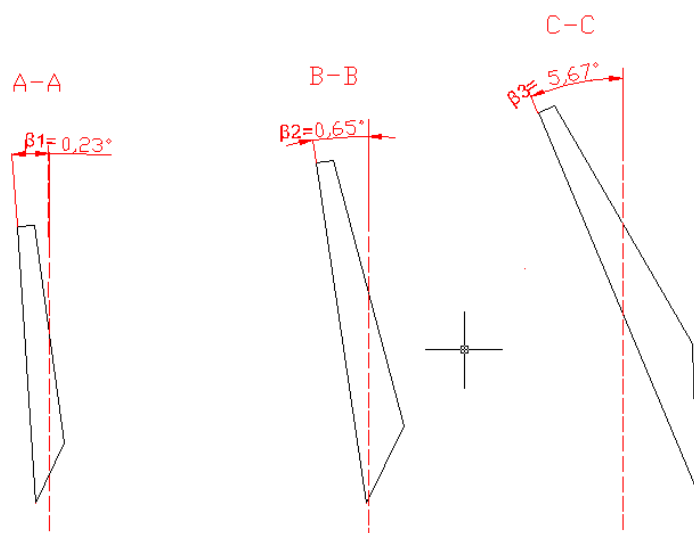
Paskaičiuotas optimalus vėjaratis, esant vidutiniam vietos vėjo greičiui 6 m/s ir artimam nominaliniam generatoriaus apsukoms 500 aps/min. Tokias sąlygas išpildantis vėjaratis, turi būti tokio ilgio $D = 750$ mm [6] ir susukimo kampai: $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ apskaičiuoti pagal (1) formulę. Skaičiavimo rezultatai pateikti 1 lentelėje. Skaičiuojant menčių susisukimo kampus, du dydžiai: vėjo greitis ir vėjaračio apsisukimai, buvo pasirinktos laisvai, atsižvelgiant į tai, kad generatoriui reikalingos apsukos yra apie 500 aps/min, tai todėl n buvo parinktas artimas tam skaičiui. Mentės susisukimo kampai pateikti 5 pav.

Kampas nuo sukimosi plokštumos. Kampai β yra sparno pokrypio kampai įvairiuose pjūviuose jo, atžvilgiu sukimosi plokštumos. Mentės suvertimo kampas

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\pi D n}{V} . \quad (1)$$



4 pav. Vėjaračio mentės konstrukcija



5 pav. Mentės susisukimo kampai

1 lentelė. Vėjaračio menčių susukimo kampo skaičiavimo rezultatai

Vėjamačio mentės kampas β , °	Vėjamačio spindulys D , mm	Vėjo greitis V , m/s	Vėjaračio sukimosi dažnis n , aps/min
$\beta_1 = 0,23$	700	6	400
$\beta_2 = 0,65$	400	6	400
$\beta_3 = 5,67$	150	6	400

Pagrindinė vėjo elektrinės dalis yra jo mentės, arba vėjaratis. Pakankamai tvirtas ir patikimas vėjaratis gali būti pagamintas iš mažai šakoto, gerai išdžiovinto spygliuočio medienos. Vėjaratis turi būti vertikalioje plokštumoje, statmenai vėjo krypčiai. Kaip matyti iš brėžinio mentė yra pasukta įvairiais kampais per visą ruošinio ilgį ir medienos panaudojimas leidžia ją pagaminti panaudojant medžio apdirbimo įrankius. Padarytas mentes, arba vėjaratį reikia būtinai subalansuoti, kad nebūtų žalingų mechaninių apkrovimų, generatoriaus guoliams. Balansavimui mentės tvirtinamos ant veleno su guoliais taip, kaip ir bus vėjo elektrinėje. Pritvirtinus sunkesnę mentę pasisuka žemyn. Menčių svoris sulyginamas paobliuojant sunkiausią mentę ir balansavimo pabaigoje menčių nedidelio svorio išsibartymai kompensuojami jų svorį didinant dažais. Subalansuotas vėjaratis montuojamas varžtu ant generatoriaus ašies naudojant kaištį, kad neprasisuktų. Tvirtinimo varžtas neturi atsipalaiduoti sukantis vėjaračiui.

5. Pagamintos vėjo jėgainės charakteristikų tyrimas

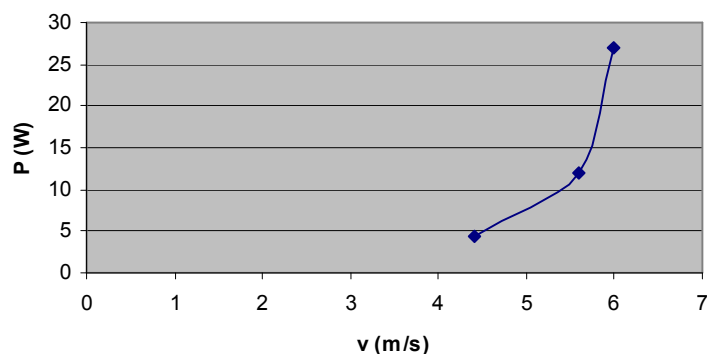
Pagaminus vėjo elektrinę buvo išmatuoti jos charakteristikos :

1. Įtampa priklausomai nuo vėjo greičio. Vėjo greitis buvo išmatuotas anemometru „AP1“. Įtampa matuota voltmetru, kurio max skalė 30 V, o minimali padala 1 V. Duomenys 2 lentelėje.
2. Srovė priklausomai nuo vėjo greičio. Srovė matuota ampermetru. Duomenys 2 lentelėje.
3. Iš gautų rezultatų suskaičiuota elektrinės gaminama galia nuo vėjo greičio. Duomenys 2 lentelėje.
4. Išmatuotas vėjo greitis prie kurio generatorius susižadina ir jis yra 4,9 m/s.
5. Išmatuotas vėjo greitis prie kurio generatoriaus susižadinimas išnyksta, jis yra 4,4 m/s.

Iš 2 lentelės duomenų nubraižytas elektrinės galios priklausomybė nuo vėjo greičio grafikas (žr. 6 pav.). Sekančioje lentelėje (žr. 3 lentelę), pateiktos mažosios vėjo elektrinės pagrindinės charakteristikos.

2 lentelė. Mažosios vėjo elektrinės išmatuotos pagrindinės charakteristikos

Vėjo greitis, m/s	Srovė, A	Įtampa, V	Galia, W
6	3	9	27
5,6	2	6	12
4,4	1,5	3	4,5



6 pav. Galios priklausomybė nuo vėjo greičio

3 lentelė. Mažosios vėjo elektrinės pagrindinės charakteristikos

Vėjaračio skersmuo	Sparnų skaičius	Susižadinimo vėjo greitis	Optimalus vėjo greitis	Optimali galia	Baterijos krovimo įtampa	Gaminama įtampa	Stovas
1,5 m	3	4,9 m/s	8 m/s	≈ 300 W	12 V	≈ 3 V – 14 V	≈ 6 m

6. Išvados

1. Mažosios vėjo elektrinės gamyba ir konstravimas duoda pirminių žinių būtinų vėjo energetikos vystimui.
2. Pagaminto tipo vėjo elektrinė, įvertinant Panevėžio regiono vidutinį vėjo greitį (5 m/s) tinka nedidelės patalpos, kiemo, ar dekoratyviniam sodo apšvietimui.
3. Šio darbo tyrimai sudaro prielaidas sudėtingesnės bei efektyvesnės vėjo elektrinės gamybai ir konstravimui.

Literatūra

1. Vėjo jėgainės – vėjo turbinos – vėjo generatoriai – vėjo energija – vėjo elektrinės. Prieiga per internetą: <www.zir.lt> [žiūrėta 2009-10-28].
2. Atsinaujinanti energetika Lietuvoje – vėjo energija. Prieiga per internetą: <http://saule.lms.lt/main/windl.html> [žiūrėta 2009-11-10].
3. **Adomavičius V., Watkowski T., Žilinskas E., Adomavičius A.**, „Comparison of small scale wind turbines properties”. 2009 m. 1-2.
4. J. Dzedulionis „Pakinkysim vandenį ir vėją“, 1995 m., Kaunas
5. Vėjo jėgainės. Prieiga per internetą: <http://vejoenergija.visiems.lt/> [žiūrėta 2009-11-15].
6. **Lankauskas A.** Kaip pasigaminti modernią Saulės ar vėjo jėgainę. – Šiauliai, 2008.

AUTOMOBILIO „TOYOTA SUPRA“ EKSPLOATACINIŲ JĖGŲ SKAIČIAVIMAS

A.Tučkus, L. Pelenytė - Vyšniauskienė
Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: automobilis, veikiančios jėgos, eksploatacines jėgos, stabdymas, valdomumas, svyravimai, pravažumas, manevringumas, žibintai, padangos, Toyota Supra, gedimai.

1. Įvadas

Naujosios technologijos vis labiau veržiasi į žmonių kasdieninį gyvenimą ir užima vis svarbesnę vietą. Labai svarbus šiuolaikinio žmogaus pagalbininkas yra automobilis. Kai kurie žmonės nebeįsivaizduoja savo gyvenimo be šio „pagalbininko“. Bet tai yra savaime suprantamas dalykas, nes automobilio pagalba žmogus sutaupo laiko, o laikas šiais laikais – pinigai.

Automobilius turintys žmonės tikriausiai net nesusimąsto apie automobilio konstrukciją, jį veikiančias jėgas, eksploatacines jėgas ir pan. Žinoma tokie dalykai nelabai aktualūs paprastam žmogui, bet yra naudingi. Naudingi todėl, kad turint žinių kokios jėgos turi kokią įtaką stabdymui, valdomumui, stabilumui, pravažumui, manevringumui, vairuotojas geriau supranta kaip „elgsis“ transporto priemonė vienu ar kitu atveju. O automobilio „elgsenos“ supratimas gali padėti ekstremaliose situacijose.

Konstruodami automobilius inžinieriai atsižvelgia į visas jį veikiančias jėgas ir to pasekoje gaminamos autotransporto priemonės tampa vis patikimesnės. Pavyzdžiui automobiliai tampa vis aptakesnių formų, kad aerodinaminės sąvybės būtų kuo geresnės.

Darbo tikslas aprašyti automobilį veikiančias jėgas, išsiaiškinti ir aptarti tokias sąvokas kaip: stadydas, valdumas, stabilumas, pravažumas, manevringumas. Eksploatacinių jėgų skaičiavimui pasirinktas japoniškas automobilis „Toyota Supra“.

Nuo automobilio traukos savybių galimos jo greičio kitimo ribos, atsižvelgiant į išorinius veiksnius bei variklio charakteristikas. Automobilio judėjimas dažniausiai nagrinėjamas varančiuoju režimu, kai pasipriešinimo judėjimui jėgos jau yra nugalėtos.

2. Automobilį veikiančios jėgos

Automobilis, tai fizinis kūnas, veikiamas įvairių jėgų. Jos veikia judantį automobilį ir turi įtakos eismo saugumui. Stovinti mašina per ratus veikia kelių svorio jėga, kuri priklauso nuo krovinio ir pačio automobilio. Važiuojant automobiliu jį pastoviai veikia įvairios jėgos [1].

Stabdymas – tai dirbtinis automobilio greičio sumažinimas arba automobilio išlaikymas vietoje kelio atžvilgiu. Stabdymas yra viena pagrindinių saugaus eismo sąlygų [1].

Pagrindinė vairuotojo gamybinė funkcija yra automobilio vairavimas arba kitaip tariant valdomumas. Važiavimo trajektorija priklauso nuo kelio, kuriuo juda automobilis, ir atliekamų manevrų. Posūkio manevras susideda iš įėjimo į posūkį, važiavimo pastoviu spinduliu ir išėjimo iš posūkio.

Stabilumas, tai automobilio savybė išlaikyti norimą važiavimo kryptį bei parametrus. Automobilio stabilumas priklauso nuo svorio centro vietos [1].

Automobilio svyravimai - žalingas reiškinys, dėl kurio sumažėja automobilio stabilumas kelyje, padidėja keliasmas triukšmas, padidėjusios vibracijos gadina detales, daro įtaką pastatams [1].

Pravažumas – automobilio gebėjimas važiuoti blogai skeliais, bekele ir įveikinti kliūtis. Kai didėja važiavimo greitis ir didėja kuro sąnaudos, tai būna dalinis pravažumo netekimas, o kai nebeįmanoma pravažiuoti – visiškas [1].

Manevringumas – tai automobilio gebėjimas keisti savo judėjimo kryptį ir padėti ribotame kelyje ir vietoje [1].

Žibintai – tai automobilio akys. Jeigu žibintai blogai sureguliuoti, tai jie akina kitus vairuotojus ir sunku važiuoti netvarkingo automobilio vairuotojui [2].

Padangos – ne ką mažiau svarbi automobilio dalis. Tai vieninteliai keturi taškai, besiliečiantys su kelio danga. Automobilio stabilumas ir valdomumas priklauso nuo to kiek automobilis liečiasi su kelio paviršiumi [3].

3. Skaičiavimų eiga

Apskaičiuota ir grafiškai pavaizduota automobilio galios priklausomybė nuo greičio.

Apskaičiuota ir grafiškai pavaizduota ratų pasipriešinimo jėga priklausanti nuo kelio įkalnės, kai kelio danga šlapias gruntkelis, ledas.

Apskaičiuota ir grafiškai pavaizduota ratų pasipriešinimo priklausomybė nuo automobilio apkrovimo, kai kelio danga šlapias gruntkelis, ledas.

Apskaičiuotos automobilį veikiančios aerodinaminės jėgos ir grafiškai pavaizduota jų priklausomybė nuo greičio.

Apskaičiuota ir grafiškai pavaizduota jėgos priklausomybė nuo automobilio greičio.

Apskaičiuota ir grafiškai pateikta automobilio galios priklausomybė nuo greičio.

Apskaičiuoti važiuoklės parametrai.

Apskaičiuotos dinaminės automobilio charakteristikos ir grafiškai pateikta dinaminio faktoriaus priklausomybė nuo automobilio greičio.

Apskaičiuota ir grafiškai pateikta automobilio ekonomiškumo priklausomybė nuo greičio.

4. Automobilio gedimai

Sutrikimas, dėl kurio objektas pasidaro netvarkingas, bet dar yra darbingas, vadinamas pažaida. O įvykis, dėl kurio mašina ar jos elementas iš dalies arba visiškai netenka darbingumo, vadinamas gedimu. Gedimai klasifikuojami pagal įvairius požymius. Pavyzdžiui, jie gali būti staigūs, laipsniški ir protarpiniai. Gedimai gali būti priklausomieji ir nepriklausomieji. Nepriklausomasis gedimas įvyksta nežiūrint kitų gedimų. O gedimai, kurie įvyksta dėl natūralaus senėjimo, dilimo, korozijos ir nuovargio procesų, nors laikomasi visų nustatytų projektavimo, gamybos ir naudojimo normų ir taisyklių, vadinami nusidėvėjimo gedimais.

Toyota Supra automobilis, gedimų atžvilgiu, nėra niekuo išsiskiriantis iš kitų automobilių. Jis genda taip pat dažnai. Žinoma tinkamai prižiūrint ir važinėjant atsargiai automobilis tarnaus ganėtinai ilgai. Toyota automobiliuose ganėtinai dažnai pasitaiko problemų su vairo stiprintuvu. Dar Toyota Supra modelyje dažnai "prapučia" cilindrų galvutės dangtelio tarpiklį ir cilindrų galvutės tarpiklį, kuriuos reikia keisti. Kadangi automobilis yra pakankamai galingas, jo išvystomi greičiai yra dideli, tai dyla ir stabdžiai. Patartina stabdžius tikrinti reguliariai ir jei reikia keisti priekiniu stabdžių diskus ar galinių stabdžių trinkelės [4].

5. Išvados

Baigiamajame darbe pateikta teorija apie automobilius veikiančias jėgas. Glaustai ir aiškiai aprašytos tokios automobilių savybės kaip stabdymas, valdomumas, stabilumas, svyravimai, pravažumas bei manevringumas. Eksploatacinių jėgų skaičiavimui pasirinktas konkretus automobilis. Pateikti jo techniniai parametrai ir charakteristikos. Trumpai aptarti dažniausi gedimai.

Teorija, kuri buvo rasta internete, įvairiose knygose. Buvo naudojama universitete, paskaitų metu, išklausyta ir konspektuota informacija, kuri, kaip ir dėstytojų konsultacijos, gerokai pagelbėjo rašant darbą. Buvo analizuojama bei stengtasi užrašyti tik pačius svarbiausius dalykus, kad pernelyg neišsiplėsti ir neužsilaikyti ties smulkmenomis. Atlikus visus skaičiavimus gauti rezultatai pateikti grafikuose.

Visa tai gali būti aktualu kiekvienam žmogui, nes pateiktą informaciją ir gautus rezultatus galima taikyti kasdieniniame gyvenime. Gauti netgi tokie aktualūs vairuotojams rezultatai kaip automobilio degalų sąnaudos važiuojant skirtingu greičiu, patskaičiuota automobilio galios priklausomybė nuo greičio, pavaizduotos automobilį veikiančios aerodinaminės jėgos ir kt. Grafikuose pateikta inercijos jėgų priklausomybė nuo spindulio bei greičio. Pateikti du brėžiniai, kuriuose pavaizduotos automobilį bei automobilio ratus veikiančios jėgos.

Darbas gali būti naudingas kiekvienam žmogui, kuris yra susidūręs su automobilio vairavimu ir domisi veikiančiomis jėgomis, eksploatacinėmis savybėmis.

Literatūra

1. **Jurkauskas A.** Automobilio eksploatacinės savybės. – Kaunas: Technologija, 1998. p. 64 – 148.
2. Lietuvos policijos eismo priežiūros tarnyba. Lapkričio 12, 2002 m. Prieiga per internetą: < <http://www.lpept.lt/lt/naujienos/detail.php?ID=900> > [žiūrėta 2009-11-23].
3. Lietuvos vairuotojų sąjunga. Ratai. Prieiga per internetą: <<http://www.lvs.lt/index.php?page=ratai> > [žiūrėta 2009-11-07].
4. Toyota Supra klubas. Dažniausi gedimai. Prieiga per internetą: <<http://www.supra.lt/forumas.html> > [žiūrėta 2009-10-22].
5. Automobilį veikiančios jėgos ir pagreitis. Spalio 12, 2004. Prieiga per internetą: < <http://www.autonews.lt/lt/?article=9> > [žiūrėta 2009-11-23].

PANEVĖŽIO MIESTO TRANSPORTO KELIAMO TRIUKŠMO TYRIMAS

J. Vinauskas, A. Tautkus

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: triukšmas, sankryža, transportas.

1. Įvadas

Autotransportas kartu su pramone, komunaliniu ūkiu, energetika yra vienas iš didžiausių aplinkos teršėjų. Stambiausiose Lietuvos miestuose autotransportui tenka 40 % – 60 % išmetamų į atmosferą teršalų ir iki 80 % aplinkos užteršimo triukšmu.

Paliginti su pramone ir energetika, transportas turi nemažai specifinių savybių. Iš jų svarbiausios:

- nuolat didėjantis automobilių srautas miestuose, užmiestyje, kurortuose;
- didelė automobilių, kaip taršos šaltinio, koncentracija nedideliuose plotuose, sunkumai ribojant transporto eismą;
- transportas yra dinamiškas taršos šaltinis;
- mažos galimybės apriboti neigiamą poveikį aplinkai artimiausioje perspektyvoje;
- nuolat atsiliekančias nuo automobilizacijos augimo gatvių tinklo plėtimą.

Daugelis žmonių transporto žalingą poveikį aplinkai sieja su išmetamosiomis dujomis. Apie šią problemą visuomenė daugiausia informuota. Pagaliau atliekant valstybines technines apžiūras, taip pat atkreipiamas transporto naudotojų dėmesys. Tačiau Vakarų Europos šalyse vertinant automobilio techninę būklę (o tai netolimoje ateityje bus ir Lietuvoje), jau kreipiamas dėmesys į jų keliamą triukšmą.

Automobilis yra sudėtingas triukšmo šaltinis, nes triukšmą skleidžia įvairūs automobilio agregatai – variklis, ratai, išmetimo vamzdis, krovins, kelio danga. Tačiau analizuojant transporto srauto triukšmą, laikoma, kad automobilis yra taškinis triukšmo šaltinis, o akustinės charakteristikos nustatomos eksperimentų metu.

Darbo tikslas – įvertinti triukšmo lygį Panevėžio mieste ir nustatyti kai kuriuos pagrindinius šaltinius bei jų išsidėstymą; išsamiau – detaliau išanalizuoti mobilių triukšmo šaltinių keliamo triukšmo poveikį aplinkai ir miesto gyventojams bei pasiūlyti jo mažinimo priemones.

2. Triukšmas ir jo klasifikacija

Triukšmas – tai visi girdimi garsai, kurie kenkia sveikatai arba sukelia įkyraus trukdymo pojūtį. Triukšmą gali sudaryti ne vien garsūs, bet ir tylesni, žemesnio tono (lygio) garsai. Jų poveikis priklauso nuo daugelio subjektyvių veiksnių: intonacijos, sveikatos, būklės, amžiaus, atstumo iki garso šaltinio [1].

Visos ES šalys narės naudoja panašiomis triukšmo šaltinių klasifikavimo sistemomis. Atsižvelgiant į įvairias žmonių veiklos sritis triukšmo šaltinius galima suskirstyti į šias pagrindines kategorijas [2]:

- kelių transportas;
- geležinkelio transportas;
- oro transportas;
- pramonė;
- civilinė inžinerija bei statybinė veikla;
- lauko įranga [2].

Galimi 3 pagrindiniai triukšmo lygio mažinimo būdai [2]:

- triukšmo lygio mažinimas prie pat jo šaltinio: variklio, padangų bei kelio dangos;
- triukšmo sklaidos mažinimas barjeriais atskiriant triukšmo šaltinį jo poveikio zonoje;
- atsklidusio triukšmo mažinimas konkrečioje vietoje.

Pagrindinės triukšmo lygio mažinimo priemonės [2]:

- teršalų išmetamų bei emisijų standartai;
- planavimas (pvz., gyvenamųjų rajonų statyba atokiau nuo aukšto lygio triukšmo zonų);
- infrastruktūros priemonės (triukšmo barjerai, tuneliai, izoliacija ir kt.);
- operatyvinės procedūros (greičio mažinimas, ne tokios triukšmingos įrangos naudojimas ir kt.);
- tyrimai ir naujos technologijos;
- informavimas ir mokymas [2].

3. Panevėžio miesto transporto keliamo triukšmo tyrimas

Siekiant nustatyti Panevėžio miesto triukšmo lygį automobilių kelių sankirtose buvo atlikti matavimai. Parinktos keturios didžiausios Panevėžio miesto sankryžos: Vilniaus g. – Basanavičiaus g.; Klaipėdos g. –Nemuno g.; Nemuno g. – Parko g.; S. Kerbedžio g. – Pušaloto g. – Nemuno g. žiedinė sankryžos.

Kiekvienoje sankryžoje buvo atlikta po tris matavimus per dieną, t.y. ryte 7:00 – 8:00 val., diena 16:00 – 17:00 val., vakare 19:00 – 20:00 val.

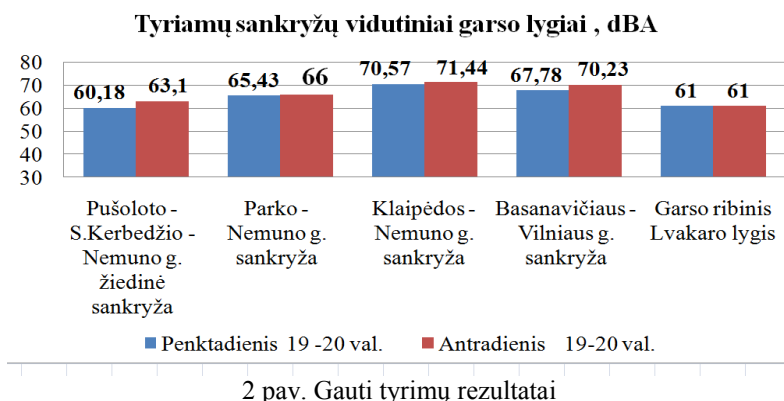
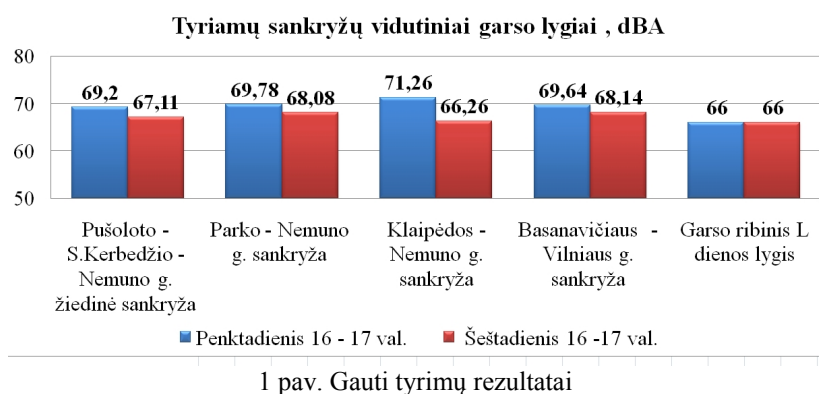
Nustatant transporto srauto ekvivalentinio triukšmo lygį sankryžose, matavimai buvo atliekami 7,5 m atstumu nuo pirmos važiuojamosios eismo juostos ašies ir 1,2 m aukštyje nuo žemės paviršiaus t.y. apytikriai tokia

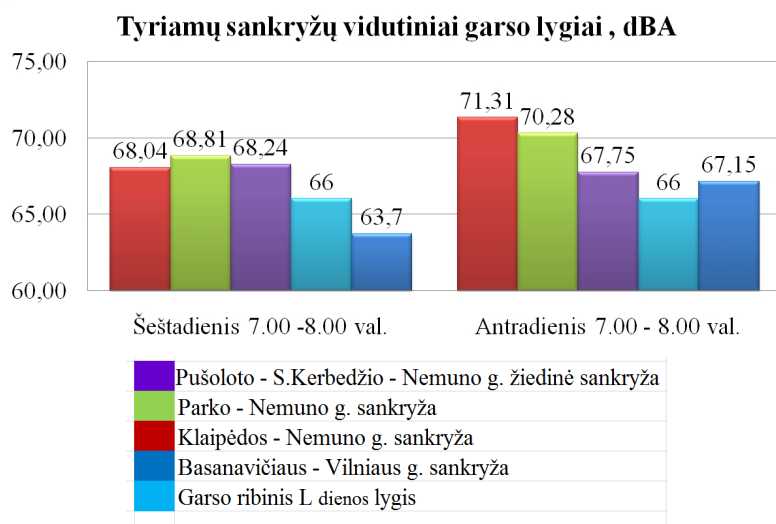
aukštyje, kokiame yra žmogaus ausis pėsčiųjų sraute miesto centrinės dalies gatvėse. Siekiant išvengti triukšmo atspindžių nuo pastatų sienų, matavimus atlikome neartčiau kaip 1 m nuo pastatų fasadų [3].

Matavimai buvo atliekami „SVAN 958“ 4 kanalų garso lygio ir vibracijos matuokliu – analizatoriumi [4].

Iš 1 pav. duomenų matyti, kad visose sankryžose yra viršijamos maksimalios leistinos higienos HN 33:2007 normos. Penktadieniais tiriamosiose sankryžose triukšmo lygis (16 – 17 val.) yra didesnis, negu šeštadienį tuo pačiu laiku, kadangi transporto srautas yra didesnis. Didžiausias triukšmo lygis (71,26 dBA) yra penktadienį Klaipėdos g. – Nemuno g. sankryžoje (žr. 1 pav.).

Iš 2 pav. pateiktų tyrimo rezultatų, matome, kad antradieniais (19 – 20 val.) triukšmo lygis yra didesnis negu penktadieniais (žr. 2 pav.). Pušaloto – S. Kerbedžio – Nemuno g. žiedinėje sankryžoje triukšmo lygis yra





3 pav. Gauti tyrimų rezultatai

mažesnis, už kitų tirtų sankryžų gautus rezultatus (žr. 2 pav.). Nes šiuo paros metu sumažėja bendras transporto srautas ir krovinio transporto priemonių srautas.

Iš pateikto 3 pav. tyrimo gautų rezultatų matyti, kad Klaipėdos – Nemuno g. ir Parko – Nemuno g. sankryžose ryte, darbo dienomis triukšmo garso lygis didesnis negu savaitgaliais. Didesnį triukšmo lygį įtakoja darbo dienomis padidėjęs automobilių srautas.

Iš 3 pav. pateikto grafiko galima pastebėti, kad šiuo dienos laiku didžiausias sukeliama triukšmo lygis išmatuotas Klaipėdos g. – Nemuno g. ir Parko g. – Nemuno g. sankryžose. Šios sankryžos jungia daugiausia apgyvendintus miesto rajonus su miesto „magistraline“ Nemuno gatve. Šia gatvė iš gyvenamųjų rajonų didžiausias transporto srautas juda į šiaurini pramonės rajoną ir centrinės miesto dalies link. Kurioje nemaža darbo vietų koncentracija.

4. Išvados

Atlikus matavimus pasirinktose Panevėžio miesto sankryžose galime daryti tokias išvadas:

1. Pušaloto – S. Kerbedžio – Nemuno g. žiedinėje sankryžoje triukšmo lygis yra žemesnis lyginant su kitomis sankryžomis, kadangi šios žiedinės sankryžos salelėje yra minkštas paviršius (pieva), kuris absorbuoja automobilių keliamą triukšmą.

2. Pagal atliktų tyrimo rezultatus matyti, kad triukšmo lygis viršija HN 33 – 2007 leistinas garso ribinius lygius. Šis viršijimas kinta nuo 1 dBA iki 10 dBA.
3. Pagal gautus rezultatus galime teigti, kad Klaipėdos – Nemuno g. sankryža yra pati triukšmingiausia. Šalia šios judrios sankryžos yra dvi prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelės ir dideli gyvenamieji rajonai.

Literatūra

1. **Staukis V. J.** Statybinė akustika. – Vilnius: Technika, 2005. p. 229 – 267.
2. **Bubnienė R., Dudurytė Z.** ir kt. Europos sąjungos aplinkos apsaugos politika ir jos įgyvendinimas Lietuvoje. Aplinkos apsaugos politikos centras. – Vilnius, 2002. p. 95 – 104.
3. Jungtinių Tautų Europos ekonomikos komisijos (JT/EEK) taisyklė Nr. 51 – „Suvienodintos nuostatos dėl variklinių transporto priemonių, turinčių bent keturis ratus, patvirtinimo, atsižvelgiant į jų triukšmingumą“. Prieiga per internetą: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:137:0068:0115:LT:PDF>> [žiūrėta 2009-10-24].
4. **UAB „Tikslus matas“** internetinė svetainė apie matavimo priemones. Prieiga per internetą: <http://tikslusmatas.lt/tm/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=64&category_id=22&option=com_virtuemart&Itemid=11&lang=lt> [žiūrėta 2009-10-25].

MOBILAUS ROBOTO KREIVALINIJINIO JUDESIO TYRIMAS

V. Ribokas, V. Sinkevičius

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: mobilus robotas, servo pavaros, trajektorija.

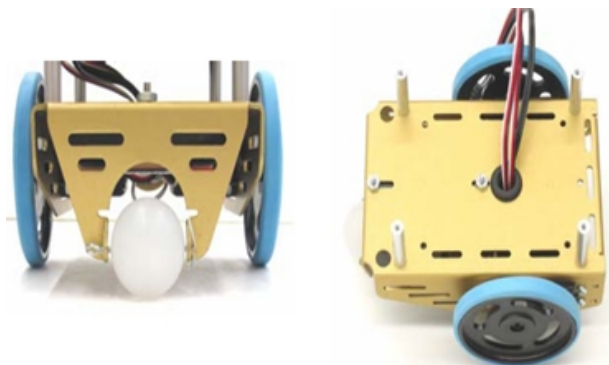
1. Įvadas

Šiuolaikinėje visuomenėje labai svarbų vaidmenį atlieka robotai. Tiek pramonėje, tiek buityje daugėja robotų sekančių liniją. Linijos, nurodančios roboto judėjimo kryptį, gali būti tiesios atkarpos ar lankai.

Darbo tikslas: ištirti mobilaus roboto, judančio apskritimu, sukimosi spindulį.

2. Mobilaus roboto judesio valdymo principai

Šiame darbe tyrinėtas triračio roboto judėjimas. Eksperimente naudotas "Parallax" [1] firmos sukurtas mobilus robotas "Boe – Bot" (1 pav.). Du jo ratai, esantys roboto centrinėje ašyje valdomi servo pavaromis. Trečiasis ratas, pritvirtintas roboto gale, yra galinė riedanti roboto atrama. Šis ratas nevaldomas. Roboto korpuse servo pavaros sumontuotos taip, kad jų išėjimo velenai, judant robotui tiesiai, sukasi priešingomis kryptimis.



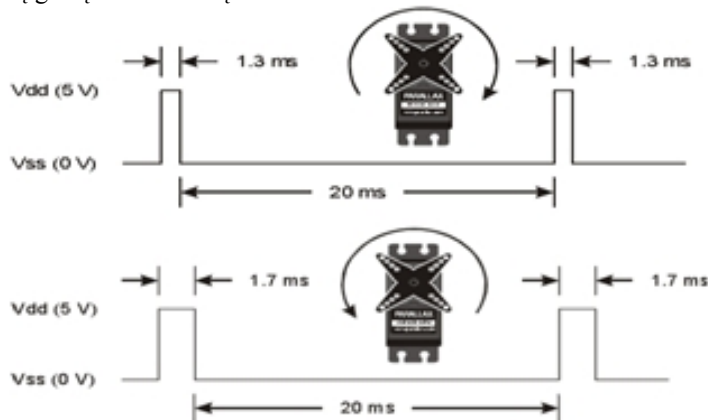
1 pav. Mobilaus roboto važiuoklės konstrukcija

Servo pavarų velenų sukimosi greitis ir kryptis priklauso nuo valdomo signalo trukmės [2]. Iš valdymo modulio į servo pavaras dviem laidais tiekiamas maitinimas, o trečiuoju siunčiamas valdymo signalo impulsas. Servo pavarų sukimosi greitis ir kryptis priklauso nuo šio impulso trukmės. Servo pavaros yra ramybės būsenoje, kai impulsas 1,5 ms trukmės. Neigiamas sukimosi greitis gaunamas trumpėjant impulsui. Maksimalus neigiamas sukimosi greitis pasiekiamas 1,3 ms trukmės impulsu (2 pav.). Teigiamas sukimosi greitis gaunamas ilgėjant impulsui, maksimalus teigiamas greitis atitinka 1,7 ms impulso plotį (2 pav.). Valdantys impulsai į pavarą turi būti paduodami periodiškai. Minimalus intervalas tarp valdančių impulsų turi būti didesnis kaip 20 ms. Jei intervalas yra mažesnis, pavara dirba su trūkčiojimais. Maksimalus techninėje dokumentacijos nenurodytas. Esant intervalui tarp valdančių impulsų daugiau kaip 50ms, pavaros pradeda mažinti greitį ir jų velenų sukimosi greitis jau ne toks, kokį užduodame impulso trukme.

Pavarų valdymo programa parašyta roboto mikrovaldikliui skirta "Basic Stamp editor" programa, jos versija 2.4. Programoje servo pavaroms valdyti naudojama speciali *Pulsout(PN,N)* funkcija. Ji turi du argumentus. Pirmasis argumentas *PN* yra išėjimo porto numeris. Antrasis argumentas *N* yra impulso trukmė, išreikšta diskretų kiekiu. Vieno diskreto vertė *T* yra 2 μs. Diskretų kiekis, atitinkantis užduotos *t* trukmės valdantį impulsą, apskaičiuojamas taip:

$$N = \frac{t}{T} \quad (1)$$

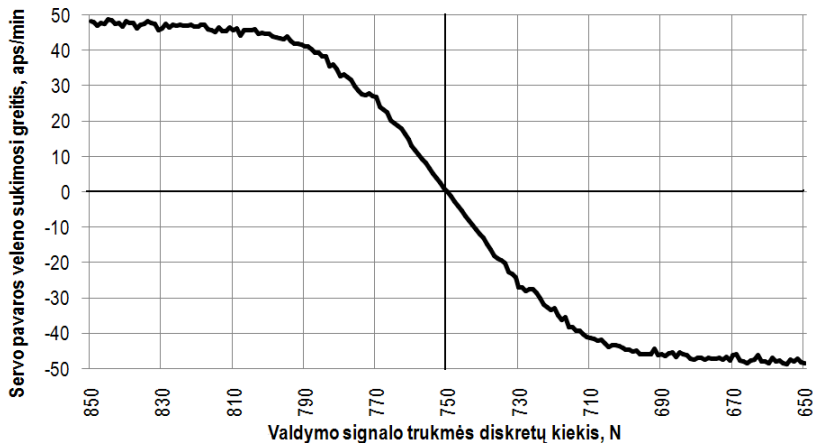
Servo pavarų ramybės atveju 1,5 ms valdantį impulsą atitinka $N_0=750$ diskretų. Atitinkamai maksimalų neigiamą greitį atitinka 650, o maksimalų teigiamą greitį 850 diskretų.



2 pav. Pavarų valdančių impulsų laiko diagramos

3. Mobilaus roboto linijinio judėjimo greičio priklausomybių tyrimas

Buvo atlikti pavarų sukimosi greičio nuo valdančio signalą sudarančių diskretų kiekio priklausomybių tyrimas. Eksperimento metu buvo fiksuojamas laikas, per kurį mobilus robotas nuvažiuoja vieną metrą. Tyrimai buvo atlikti su pilnai įkrautais akumuliatoriais ir priimta, kad pavarų sukimosi greitis nepriklauso nuo maitinimo įtampos. Iš gauto laiko, žinant ratų skersmenį, buvo apskaičiuotas ratų, tuo pačių ir servo pavarų išėjimo velenų, sukimosi kampiniai greičiai. Eksperimento rezultatai pateikti 3 pav.



3 pav. Mobilaus roboto pavaros veleno sukimosi greičio priklausomybė grafikas nuo valdomo signalo trukmės.

Gautą mobilaus roboto pavaros veleno sukimosi greičio priklausomybę nuo valdančio impulso plotį sudarančių diskretų kiekio galima sudalinti į tiesinę ir netiesinę sritis. Srityje, kai N kinta nuo 720 iki 780, yra tiesinė priklausomybė. Čia galima apskaičiuoti statinį perdavimo k_N , kuris susieja diskretų kiekį N su servo pavaros veleno sukimosi greičiu. Tada servo pavaros veleno sukimosi greitis apskaičiuojamas taip:

$$\omega_N = k_N (N - N_0) \quad (2)$$

Srityje, kai N yra mažesnis už 720 arba didesnis už 780, servo pavaros veleno sukimosi greitis netiesiškai priklauso nuo N . Čia statinis perdavimo koeficientas k_N jau priklauso ir nuo N ir jį galima išreikšti aproksimuojančia funkcija $k_N(N)$. Tolesniems bandymams naudoti N iš tiesinės priklausomybių srities.

4. Mobilaus roboto sukimosi spindulio priklausomybių tyrimas

Mobilaus roboto kreivalinijinė trajektorija, kai roboto centras juda r spindulio apskritimo trajektorija, pateiktas 4 pav. Atstumas nuo roboto centro iki ratų pažymėtas d [3].

Jei roboto varantys ratai nepraslysta, tada abiejų ratų centrai aplink apskritimo centrą sukasi tuo pačiu kampiniu greičiu:

$$\omega_1 = \omega_2. \quad (3)$$

Šie kampiniai greičiai priklauso nuo kiekvieno pavaros rato linijinio greičio v_1, v_2 ir jo atstumo nuo sukimosi centro O :

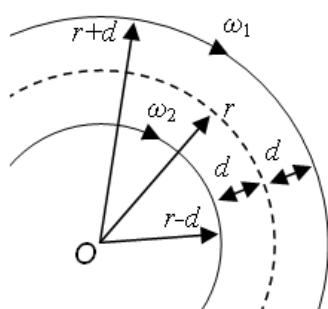
$$\begin{cases} \omega_1 = \frac{v_1}{r+d}, \\ \omega_2 = \frac{v_2}{r-d}. \end{cases} \quad (4)$$

Iš lygčių (2) ir (3) gauname:

$$\frac{v_1}{r+d} = \frac{v_2}{r-d}. \quad (5)$$

Iš lygties (5) apskaičiuojame apskritimo, aplink kurį juda mobilus robotas, spindulio r priklausomybę nuo ratų linijinių judesių greičių v_1 ir v_2 :

$$r = d \frac{v_1 + v_2}{v_1 - v_2} = d \frac{1 + \frac{v_2}{v_1}}{1 - \frac{v_2}{v_1}}. \quad (6)$$



4 pav. Mobilaus roboto važiavimo trajektorija

5. Eksperimentinis mobilaus roboto sukimo spindulio tyrimas

Mobilaus roboto konstrukcijoje, roboto sukimosi spindulio priklausomybių tyrimui, buvo atlikti konstrukciniai pakeitimai. Varančių ratų ašių viduryje įtaisytas pieštukas, kuris judant robotui ant grindų palieka pėdsaką. Tokiu būdu buvo grafiškai fiksuojama roboto judesio trajektorija.

Eksperimentų metu abiejų pavarų velenų sukimosi greičiai buvo palaikomi pastovūs, tačiau skirtingų dydžių. Dėl šių skirtingų greičių robotas judėjo apskritimo trajektorija ir ant grindų palikdavo pėdsaką. Esant nedideliame greičių v_1 ir v_2 skirtumui, tas pėdsakas buvo lanko formos. Eksperimentuojant su skirtingais v_1 ir v_2 greičiais buvo gautas įvairių dydžių lankų rinkinys. Šių lankų spinduliai ir yra mobilaus roboto sukimosi spinduliai.

Eksperimento rezultatai buvo apdoroti tokiu būdu. Kiekvienam lankui brėžiama CD styga (5 pav.). Iš stygos vidurio iškeliamas statmuo FE į lanko kontūrą. Stygos CD ilgį pažymėsime a , o statmens FE ilgį – h .

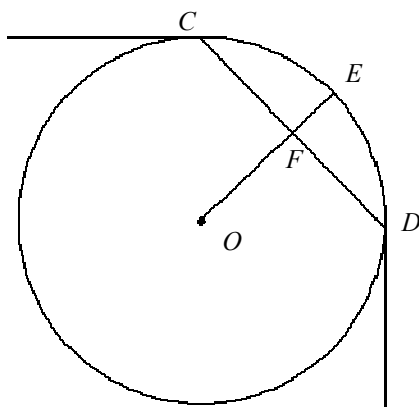
Tada stačiam OCF trikampiui galima užrašyti lygtį [4]:

$$r^2 = (r-h)^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2. \quad (7)$$

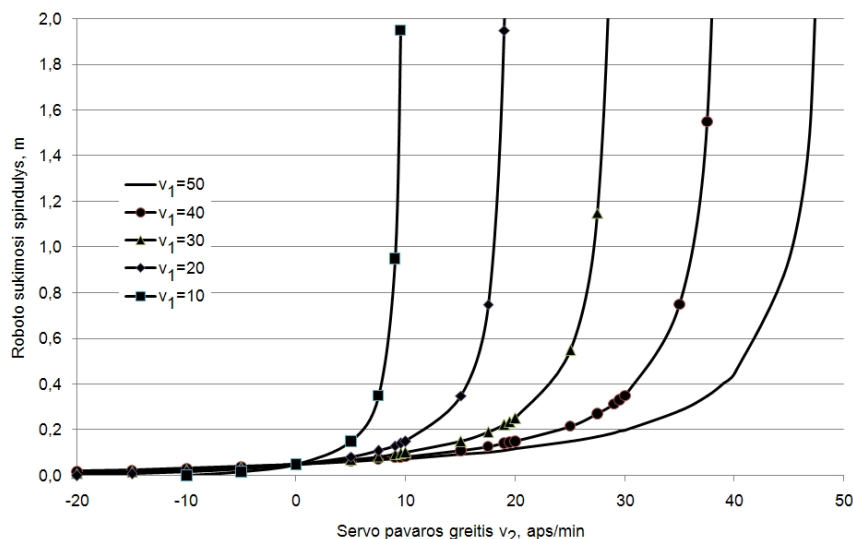
Iš lygties (7) gauname, kad lanko, tuo pačiu ir mobilaus roboto sukimosi, spindulys yra randamas taip:

$$r = \frac{a^2 + 4h^2}{8h}. \quad (9)$$

Apdoroti eksperimento rezultatai pateikti 6 pav.



5. Eksperimento rezultatų apdorojimas



6 pav. Mobilaus roboto sukimosi spindulio priklausomybės nuo servo pavarų velenų sukimosi greičių v_1 ir v_2

4. Išvados

1. Mobilaus roboto pavaros veleno sukimosi greitis netiesiškai priklauso nuo valdymo signalo impulso trukmės.
2. Diapazone, kai N kinta nuo 720 iki 780, veleno sukimosi greitis tiesiškai priklauso nuo valdančio impulso trukmės.
3. Mobilaus roboto sukimosi spindulys priklauso nuo jo ratų linijinių greičių santykio.

Literatūra

1. BASIC Stamp Syntax and Referente Manual. Version 2.2. Prieiga per internetą: <<http://www.parallax.com/Portals/0/Downloads/docs/prod/stamps/web-BSM-v2.2.pdf>> [žiūrėta 2009-09-02].
2. Parallax Continuous Rotation Servo (#900-00008). Prieiga per internetą: <<http://www.parallax.com/Portals/0/Downloads/docs/prod/motors/900-00008-CRServo-v2.0.pdf>> [žiūrėta 2009-09-10].
3. Boe-Bot/SumoBot Wheel Prieiga per internetą:
4. <<http://www.parallax.com/Portals/0/Downloads/docs/prod/robo/Boe-Bot%20Wheel%20dimensions.pdf>> [žiūrėta 2009-10-22].
5. Fizikos svetainė. Posūkio spindulys. Prieiga per internetą: <<http://www.fizika.lm.lt/content/view/488/104/>> [žiūrėta 2009-10-15].

DIRŽINĖS PAVAROS TARPAŠINIO ATSTUMO OPTIMIZAVIMAS

L. Maikštėnienė, D. Vaičiulis

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: diržinė pavarą, tarpašinis atstumas.

1. Įvadas

Diržinės pavaros yra vienos iš seniausių mechaninių pavarų, kurios iki šio laiko naudojamos. Pagal veikimo principą diržinės pavaros skirstomos į trinties ir susikabinimo (krumpliuoti diržai). Trinties pavarų diržai pagal jų skerspjūvio profilį skirstomi į: plokščius, trapecinius, daugiatrapecinius, apvalius. Diržinės pavaros pagrindinė paskirtis – sukimosi judesio perdavimas nuo variklio darbiniais mechanizmais. Diržinės pavaros sukimosi judesį galima perduoti dideliais atstumais (iki 15 ... 20 m). Tačiau daugumoje atvejų pageidautina gauti kaip galima mažesnių gabaritų pavarą. Mažiausias leistinas trapecinio diržo pavaros tarpašinis atstumas [1]:

$$a_{min} = 0,55 (d_1 + d_2) + h = 0,55 d_1 (1 + u) + h; \quad (1)$$

čia: d_1 ir d_2 – gretimų pavaros skriemulių skaičiuojamieji skersmenys; h – trapecinio diržo aukštis; u – pavaros perdavimo skaičius.

Kai perdavimo skaičius yra didelis, tai sumažinti tarpašinio atstumo iki a_{min} negalima, nes mažojo skriemulio gaubimo diržu kampas α_1 tampa mažesnis už leistiną ($\alpha_{adm} = 120^\circ$). Standartinėse trapecinio (ar plokščio) diržo pavarų projektavimo metodikose nepateikiama kaip suprojektuoti mažiausių gabaritų pavarą, kurios α_1 būtų artimas α_{adm} , bet jo neviršytų. Todėl norint gauti optimalių gabaritų diržinę pavarą reikia kelis kartus atlikti projektinius skaičiavimus, t.y. optimalus tarpašinis atstumas a apskaičiuojamas nuoseklaus priartėjimo būdu [1].

Darbo tikslas: surasti optimalaus tarpašinio atstumo, t.y. mažiausio tarpašinio atstumo, kai tenkinama $\alpha_1 \geq 120^\circ$ sąlyga, priklausomybę nuo pavaros parametrų.

2. Pagrindinių diržinės pavaros parametrų skaičiavimo algoritmas

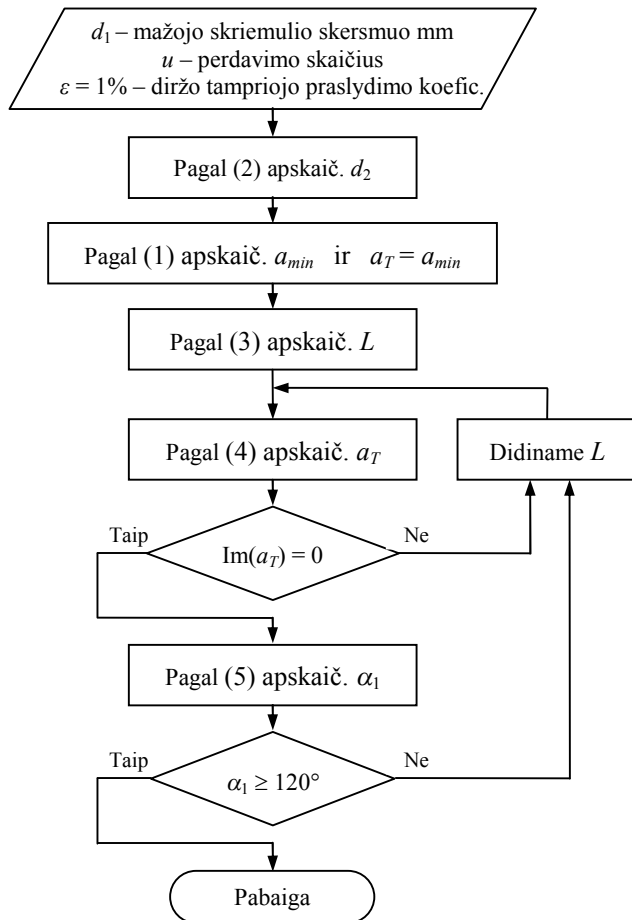
Norint apskaičiuoti pavaros tarpašinį atstumą a ir mažojo skriemulio gaubimo diržu kampą α_1 , turime žinoti: mažojo skriemulio skaičiuojamąjį

skersmenį d_1 , perdavimo skaičių u , diržo tampriojo praslydimo koeficientą ε . Šiame darbe nenagrinėjama kaip nustatyti d_1 , u ir ε .

Diržo tampriojo praslydimo koeficientas ε priklauso pavaros geometrijos, diržo tipo, apkrovos ir diržo linijinio greičio [2]. Tinkamai eksploatuojamų pavarų $\varepsilon = 1 \dots 2\%$ [3]. Šiame darbe darome prielaidą, kad $\varepsilon = 1\%$.

Optimalaus tarpašinio atstumo apskaičiavimo algoritmas pateiktas 1 pav., o skaičiavimo formulės yra tokios [1, 2, 3]:

$$d_2 = \frac{d_1 \cdot u}{1 + \varepsilon/100}; \quad (2)$$



1 pav. Diržinės pavaros pagrindinių skaičiavimų algoritmo schema; čia funkcija $\text{Im}(x)$ grąžina menamąjį skaičiaus x dalį

$$L = 2a + \frac{\pi(d_1 + d_2)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}; \quad (3)$$

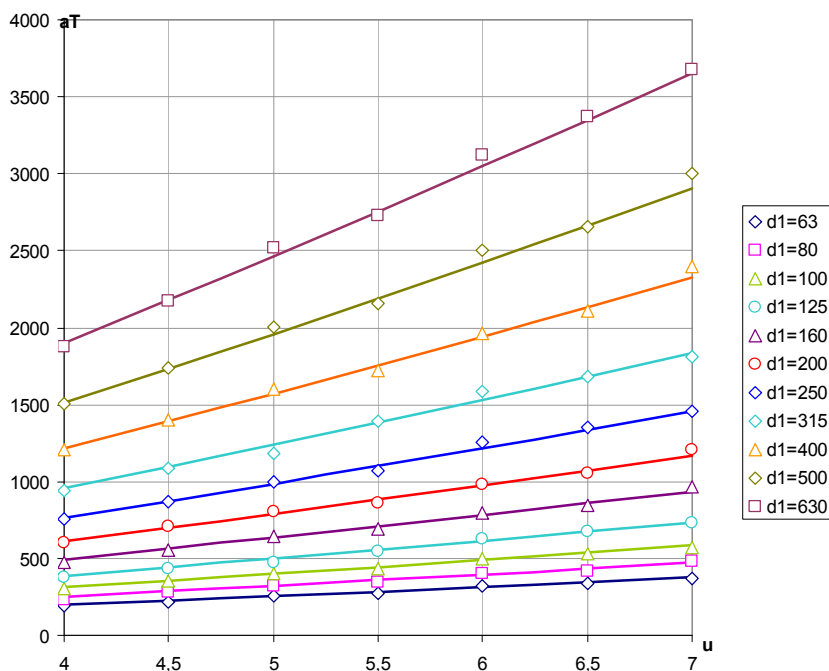
$$a_T = \frac{L}{4} - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{8} + \sqrt{\left(\frac{L}{4} - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{8}\right)^2 - \frac{(d_2 - d_1)^2}{8}}; \quad (4)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 2\arcsin\left(\frac{d_2 - d_1}{2a_T}\right) \geq 120^\circ. \quad (5)$$

3. Diržinės pavaros tarpašinio atstumo optimizavimo grafikas

Buvo atliktas tyrimas, tarpašinio atstumo duomenų priklausomybė nuo perdavimo skaičiaus u ir mažojo skriemulio skersmens d_1 .

Atlikus eilę skaičiavimų nustatyta, kad esant bet kokioms d_1 reikšmėms, kai $u < 4$ ir $\alpha_1 \geq 120^\circ$, tai visada $a_T = a_{min}$. Todėl esant



2 pav. Optimalus tarpašinio atstumo priklausomybės nuo u ir d_1 : taškai – apskaičiuoti pagal 1 pav. algoritmą; kreivės – apskaičiuotos pagal (6) formulę

nedideliems pedavimo skaičiams ($u < 4$) optimalus tarpašinis atstumas a_T yra lygus minimaliam leistinam tarpašiniam atstumui a_{min} (žr. (1) formulę).

Kai $u \leq 4$, buvo tiriama kaip a_T priklauso nuo d_1 ir u , imant: $d_1 = 63$; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630 ir $u = 4$; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7.

Pagal algoritmą, pateiktą 1 pav., apskaičiuotos a reikšmės pateiktos 2 pav. (taškai).

Panaudojus mažiausių kvadratų metodą buvo gauta formulė, optimaliam tarpašiniam atstumui surasti:

$$a = 0,55 d_1 u^{1,2} + 0,1 d_1 + 11. \quad (6)$$

Pagal (6) formulę apskaičiuotos a reikšmės taip pat pateiktos 2 pav. (kreivės). Kaip matyti iš grafiko nesutapimas tarp a reikšmių apskaičiuotų pagal 1 pav. algoritmą ir pagal (6) išraišką nesiskiria daugiau kaip 2 %.

4. Išvados

1. Kai diržinės pavaros perdavimo skaičius $u < 4$, tai mažiausias tarpašinis atstumas a sutampa su leistinu tarpašiniu atstumu a_{min} .
2. Kai $u \geq 4$, nesutapimas tarp mažiausio tarpašinio atstumo a reikšmių, apskaičiuotų priartėjimo būdu ir šiame darbe pasiūlytos a išraiškos, neviršija 2%.

Literatūra

1. **Daukša K.** ir kt. Mašinų detalės. – Vilnius: Mintis 1973. – 303 p.
2. Diržinės pavaros projektavimas. Prieiga per internetą: <<http://stud.ppf.ktu.lt/vaiciulis/paskaitos/me2/me2-03.5.pdf>> [žiūrėta 2009-11-27].
3. Diržinė pavara. Prieiga per internetą: <<http://stud.ppf.ktu.lt/vaiciulis/paskaitos/me1/me1-13.pdf>> [žiūrėta 2009-11-29].

FANUC S6 ROBOTO TYRIMO STENDAS

A. Jasinskas, R. Klemka, V. Sinkevičius
Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: robotas, kalibravimas, griebtuvai.

1. Įvadas

Vienas iš pagrindinių pramonės automatizavimo rodiklių yra panaudotų joje robotų kiekis. Pagrindinis robotų kiekis naudojamas transporto priemonių, elektronikos elementų ir prietaisų pramonėje. Tačiau išsivysčiusiose šalyse iki 95 % firmų yra smulkios ar vidutinės. Jos negali skirti didelių resursų robotų taikymui savo veikloje [1]. Tokiu atveju tikslinga panaudoti specializuotas ar mokymo laboratorijas, kurių personalas su turima įranga gali sukurti eksperimentinę robotizuotą darbinę celę, išbandyti įvairių tipų griebtuvus, jutiklius ir valdymo algoritmus. Šio darbo tikslas – sukurti pramoninio roboto tyrimo stendą, skirtą jo darbo tyrimams eksperimentinėje darbinėje celėje.

2. Tyrimo stendo struktūra

Roboto tyrimo stendo branduolį sudaro šešių judrumo laipsnių pramoninis robotas FANUC S-6 (1 pav.), jo valdymo sistema RJ-2 [2], keičiami griebtuvai ir specialiai sukonstruoti moduliai. Stendas skirtas tirti roboto manipuliacinės galimybės, kadangi tai viena iš pagrindinių priežasčių, stabdančių robotų panaudojimą. Gamintojui yra labai svarbu gauti atsakymą į klausimą – ar robotas gebės nepažeisdamas paimti gaminį ir jį perkelti į kitą vietą, įdėti į stakles ar atlikti kitokius veiksmus. Stende panaudotas robotas turi galimybę naudoti įvairiausių elektrinius ar pneumatinius griebtuvus. Abiejų tipų griebtuvai gali naudoti įvairius jutiklius, skirtus suspaudimo jėgai reguliuoti, teisingai orientuoti griebtuvą manipuluojamos detalės atžvilgiu. Pneumatiniams griebtuvams, jie gali būti stūmokliniai arba vakuuminiai, sukurta speciali pneumatinė vakuuminė sistema.

Roboto tyrimo stendo struktūra parodyta 2 pav. Programa į valdymo sistemą RJ-2 gali būti įrašyta mokymo pultu arba iš personalinio kompiuterio per RS-232 sąsają. Roboto signaliniai įėjimai ir išėjimai prijungti prie specialiai sukonstruoto darbinės celės valdymo pulto.

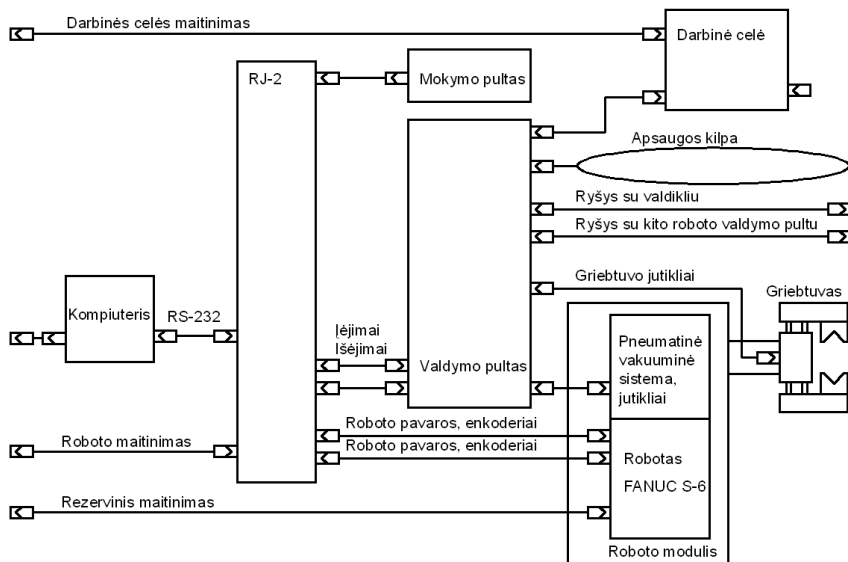


1 pav. Pramoninis robotas FANUC S-6

Šis valdymo pultas įėjimų / išėjimų kabeliu sujungtas su darbine cele ir būtent iš šio pulto valdoma darbinė celė. Tipiškai darbinei celei panaudotas linijinis reguliuojamo greičio konvejeris ir pneumatiniai dviejų koordinačių manipulatoriai. Planuojama darbinę celę papildyti metalo pjovimo staklių špindelio griebtuvo imitatoriumi ir reguliuojamo greičio sukamu stalu. Valdymo pulte numatyta papildomos įrangos valdymo priemonės. Taip pat numatytas ryšys su kito roboto valdymo pultu. Tai leis eksperimentuoti sinchronizuojant dviejų ar trijų robotų darbą, įskaitant darbą vienu metu su ta pačia detale (surinkimas, užveržimas ir kt.).

Ryšys su valdikliu skirtas tiems atvejams, kai robotų ir darbinės celės bendrą darbą valdo išorinis valdiklis ar valdantis kompiuteris. Taip yra daroma, kai roboto valdymo sistemos valdiklis (PLC) nepajėgus ar nespėja valdyti darbinės celės įrangos (darbinėje celėje vienu metu dirba keli nepriklausomi valdymo ciklai).

Roboto rezervinis maitinimas yra skirtas roboto padėties jutiklių akumuliatorių įkrovai, jei robotas nėra naudojamas ilgesnį laiko tarpą. Pastebėta, kad laboratorijoje esančių FANUC, ABB ir TOSHIBA robotų akumuliatoriai išsikrauna per keliasdešimt valandų. Dėl to robotas „pamiršta“ esamas padėties jutiklių pozicijas, roboto svorį, pagal kurį nustato kokia jėga reikia judėti. Todėl robotą reikia iš naujo kalibruoti. Tai užima laiko, o kalibravimo netikslumai įtakoja roboto darbo tikslumą.



2 pav. Roboto tyrimo stendo struktūra

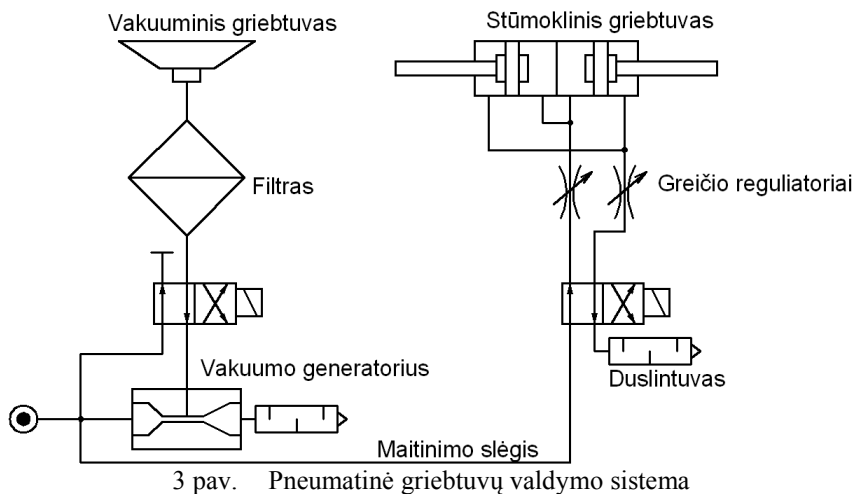
Griebtuvo jutikliai atskiru kabeliu prijungti prie valdymo pulto. Eksperimentuojant su įvairių tipų griebtuvais [3] gali būti naudojami įvairios paskirties ir sudėtingumo jutikliai. Patys paprasčiausi jutikliai skirti fiksuoti griebtuvo kraštines padėtis. Sudėtingesni jutikliai skirti suspaudimo jėgos matavimui, detalės griebtuve indikacijai.

Planuojama visuose eksperimentiniuose robotuose įrengti ultragarsinius ar infraraudonos šviesos jutiklius, kurie užtikrintų roboto sustojimą, jei į jo darbo erdvę patenka žmogus. Ši erdvė taip pat apsaugota saugos kilpa, kuri nuosekliai jungia visas perimetrą apsaugančias grandis: atitvarus, šviesos užuolaidą ir apsaugos juostą.

Valdymo pulte visų kabelių laidai prijungti prie sužymėtų rinklių. Priekinis pulto skydas turi visą rinkinį indikatorių, mygtukų ir perjungiklių. Būtent čia laidais sujungiami roboto įėjimai ir išėjimai su darbinės celės, griebtuvų ir kitais informaciniais ar valdymo laidais. Toks techninis sprendimas supaprastina eksperimentų atlikimą, kadangi visa komutacija atliekama tik vienoje vietoje.

3. Griebtuvų valdymo sistema

Didžioji dauguma pramoniniuose robotuose įrengtų griebtuvų naudoja suspausto oro energiją arba vakuumą. Tokie griebtuvai labai patikimi, neturi reduktorių, išvysto pakankamai didelę jėgą ir yra greitaieigiai. Robotų



tyrimo stendui sukonstruota dviejų kanalų pneumatinė sistema (3 pav.). Pirmasis kanalas skirtas vakuuminiam gribtuvui ir čia galima sukurti vakuumą iki 0,2 bar arba slėgį iki 4 bar. Antrasis kanalas turi du komutuojamus išėjimus, kuriuose sukuriamas 4 bar slėgis arba atmosferinis slėgis. Šis kanalas naudojamas vieno arba dviejų stūmoklių gribtuvams. Jei gribtuvas turi grąžinančią spyruoklę, tada panaudojamas antro kanalo vienas išėjimas. Stūmoklinio gribtuvo greitis valdomas reguliuojamais droseliais.

Pneumatinės valdymo sistemos oro srautai komutuojami elektromagnetinėmis sklendėmis. Elektromagnetai turi šviesos indikaciją, tai palengvina jų darbo kontrolę.

4. Išvados

1. Roboto tyrimo stendas gali dirbti su bet kurio tipo pneumatiniais gribtuvais.
2. Tyrimo stendo valdymo pultas susieja visus robotų ir darbinės celės įrenginių signalus.

Literatūra

1. Industrial robotics: how to implement the right system for your plant/ Andrew Glaser. – New York: Industrial Press, Inc., 2009. – 252 p.
2. FANUC Robot series (R-J3i Model B Controller) Handling Tool. Operator's Manual. Fanuc, 2003. – 842 p.
3. **Monkman G. J.** Robot Grippers. –Wiley-VCH Verlag GmbH, 2007. – 453 p.

DVIKOMPONENTĖS SIJOS STANDUMO DIDINIMO TYRIMAS

D. Zakarauskas, R. Mandryka, J. Bareišis

Kauno technologijos universiteto Panevėžio Institutas

Raktiniai žodžiai: sija, standumas, medis, plienas.

1. Įvadas

Šiuo metu daugelis konstrukcinių medžiagų gaminami iš vienos medžiagos. Tačiau naudojant tokio tipo konstrukcijas daugelių atvejų negalima suderinti medžiagos stiprumo savybių su keliamais masės, kainos ir kitais reikalavimais. Naudojant skirtingų stiprumų ir tamprumo charakteristikų medžiagas, galima optimaliai parinkti konstrukcijas pagal joms keliamus reikalavimus. Įvairių medžiagų bendras darbas kompozicijoje yra tolygus naujos medžiagos sukūrimui, kurios savybės kokybiškai ir kiekybiškai skiriasi nuo ją sudarančių komponentų savybių [1].

Šiame darbe tirti 3 atvejai, kai sija yra homogeninė, sija sutvirtinta iš abiejų pusių plieno lakštais ir kai sija sutvirtinta iš vienos pusės plieno lakštu.

Tyrimo objektas – šešių metrų sija sudaryta iš dviejų medžiagų.

Tyrimo tikslas – laisvai pasirinktų matmenų stačiakampio skerspjuvio 6 m. medinės sijos, apkrautos pasirinkto dydžio išskirstytu krūviu, standumo didinimo (ilinkio mažinimo) būdų paieška, panaudojant kitą medžiagą, siekiant gauti maksimalų standumą, o maksimali kaina nebūtų didesnė nei 2 kartus už medinės sijos kainą.

2. Tyrimo objektas ir tyrimo metodika.

Sijos projektavimui naudosime dvi medžiagų rūšis: mediena – eglė ir metalas – plienas, kuriu mechaninės charakteristikas, pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė. Medžiagų charakteristikos [2]

Eil. Nr.	Pavadinimas	σ_{adm} , Pa	E , Pa	ρ , kg/m ³	Kaina, Lt – 1 m ³ , Lt – 1 kg
1	Medis (egglė)	$44 \cdot 10^6$	$2,1 \cdot 10^{10}$	370	150
2	Metalas (plienas)	$190 \cdot 10^6$	$20 \cdot 10^{10}$	7800	3

Tyrimą atliksime nagrinėdami 6 m. ilgio dvitramę stačiakampio skerspjūvio ($b \times h = 20 \times 40$ cm) medinę (eglės) siją, kurios kaina 72 Lt. Žinodami sijos skerspjūvio matmenis ir eglės tamprumo modulį, pagal medžiagų mechanikos [3] formules, apskaičiuojame sijos standumą, kuris lygus $21 \cdot 10^6 \text{ Nm}^2$. Sijos standumo didinimą atliksime naudodami plieno juostas, jas tvirtindami prie sijos apatinio ir viršutinio arba tik prie apatinio sijos sluoksnio – trumposios briaunos (1 pav.). Kadangi sija apkrauta išskirstytu krūviu, tai jos dydį, kurį gali atlaikyti duotų matmenų sija apskaičiuojame iš formulės [1].

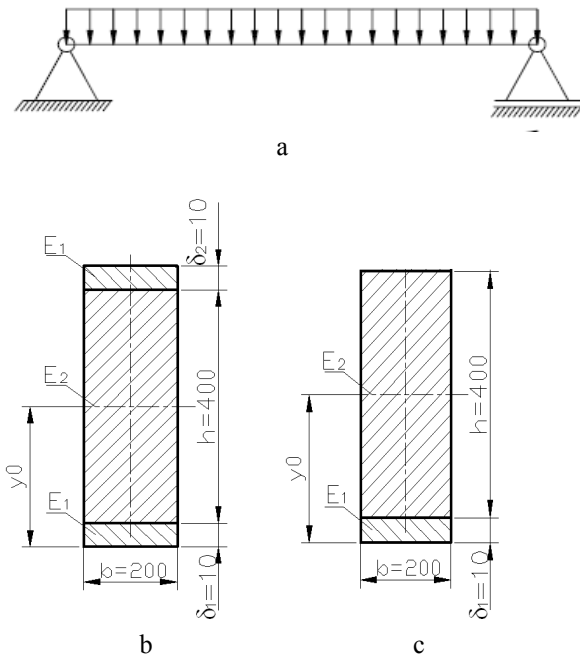
$$q = \frac{4 b h^2 \sigma_{adm}}{3 L^2}, \text{ N/m} \quad (1)$$

ir šis dydis yra $q = 42 \text{ kN/m}$.

Dvikomponentės sijos standumas apskaičiuojamas iš lygybės [1, 4]:

$$D = \sum_{i=1}^n E_i \cdot I_i, \text{ Nm}^2, \quad (2)$$

o jos įlinkis [3]:



1 pav. Dvitramė sija (a) ir jos skerspjūviai (b, c)

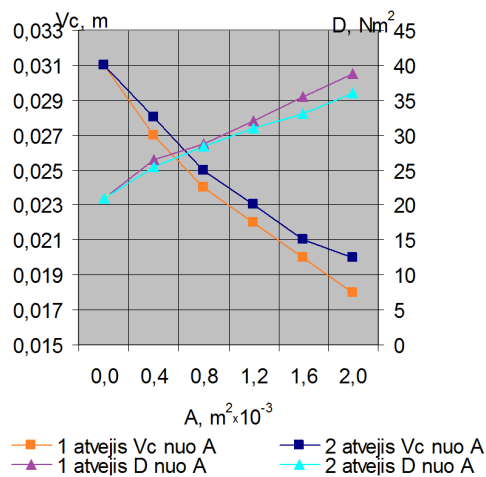
$$v_c = \frac{5 \cdot q \cdot L^2}{384 \cdot D}, \text{ m} \quad (3)$$

čia: E_i, I_i – komponentų tamprumo modulis ir sluoksnių inercijos momentai x ašies atžvilgiu; q – siją veikiantis išskirstytas krūvis; L – sijos ilgis; D – sijos standumas lenkiant.

Sijos standumo tyrimą atlikome nuosekliai keičiant plieno lakšto storius δ_1 ir δ_3 nuo 1 iki 10mm.

3. Tyrimo rezultatai ir jų analizė

Skaičiuojamų parametų (standumo, įlinkio, kainos) priklausomybės nuo stiprinimo elemento (plieno lakšto) ploto pateiktos 2, 3 pav. Konstrukcijos tyrimo rezultatai (2 pav.) rodo, kad didinant plieno lakštų storį (didėjant jo skerspjūvio plotui A) abiejų tipų stiprinimo variantams, sijų standumas didėja beveik tiesiškai. Kai tas pats metalo kiekis yra išdėstytas simetriškai medžio atžvilgiu (1 pav.,b), standumas didėja intensyviau, nei asimetrinio plieno lakšto komponavimo atveju (1 pav.,c), tačiau šis skirtumas nėra labai ryškus. Pavyzdžiui, kai plieno lakšto skerspjūvio plotas yra lygus $0,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ (lakšto storis 1 ar 2 mm atitinkamai 1 pav.,b ar 1 pav.,c) simetrinio išdėstymo atveju gaunamas 4 proc. didesnis standumas. Didėjant stiprinančio sluoksnio skerspjūvio plotui, standumų skirtumas tarp nagrinėjamų sijos tipų didėja. Kai minimas plotas padidėja 5 kartus (iki $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$) standumų skirtumas padidėja iki 7,8 proc.



2 pav. Įlinkio v_c ir standumo D priklausomybė nuo skerspjūvio ploto

Kadangi sijos įlinkis yra atvirkščiai proporcingas standumui (formulė 3), tai didėjant sijos stiprinamų elementų skerspjūvio plotams, sijos įlinkis atitinkamai mažėja (2pav.).

Kadangi sijos kaina yra tiesiog proporcinga sunaudojamo metalo tūriui arba tiesiog lakšto skerspjūvio plotui, tai kainos funkcija nuo A bus tiesinė. Kadangi medinės sijos (eglės) kaina yra 72 Lt., tai pagal pradinę sąlygą gauname, kad sustiprintos sijos kaina turėtų būti apie 145 Lt. Atlikę skaičiavimus gavome, kad kai plieno juostų skerspjūvio plotas $A = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ (atitinkamai juostų storiai yra po 1,5 mm. arba 3mm), tai tokios sijos kaina yra 157Lt. Esant šiems metalo storiams sustiprintų sijų standumai yra atitinkamai lygūs 27,6 ir 27,0 Nm².

4. Išvados

1. Gauta, kad sijos standumo didėjimas priklauso nuo stiprinimo elementų (plieno juostų) skerspjūvio ploto bei jų išdėstymo. Simetrinis stiprinimo elementų išdėstymas stačiakampėje sijoje yra racionalesnis nei asimetrisinis.
2. Kai sijos kaina padidėja iki 2 kartų, standumų skirtumas tarp simetrinio ir asimetrinio plieno juostų išdėstymo yra tik 2 proc., tačiau ši vertė didėja, didėjant stiprinimo sluoksnių storiams.

Literatūra

1. **Bareišis J.** Plastikų, kompozitų ir daugiasluoksnių konstrukcinių elementų stiprumas. Monografija. – Kaunas: Technologija, 2006. – 252 p.
2. **Dragūnas B., Pilkauskas K.** ir kt. Inžinieriaus mechaniko žinynas. – Vilnius, 1988. – 528 p.
3. **Bareišis J.** Medžiagų mechanika. – Šiauliai, 2000. – 229 p.
4. **Bareišis J., Paulauskas V.** Daugiasluoksnių kompozicinių konstrukcinių elementų projektavimas. – Kaunas, 1995. – 48 p.

SL 344. 2009-12-07. 14,25 leidyb. apsk. l. Tiražas 100 egz.

Kaina sutartinė. Užsakymas 630.

Išleido leidykla „Technologija“, K. Donelaičio g. 73, 44029 Kaunas

Spausdino leidyklos „Technologija“ spaustuvė, Studentų g. 54, 51424 Kaunas