



TECHNOLOGIJOS MOKSLAI ŠIANDIEN IR RYTOJ - 2008

Jaunųjų mokslininkų ir studentų konferencijos

PRANEŠIMŲ MEDŽIAGA

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Panevėžio institutas

TECHNOLOGIJOS MOKSLAI ŠIANDIEN IR RYTOJ - 2008

Jaunųjų mokslininkų ir studentų konferencijos

PRANEŠIMŲ MEDŽIAGA

Kauno technologijos universitetas, Lietuva
2008 balandžio 25 d.



Konferenciją organizuoja Kauno technologijos universiteto
Panevėžio institutas.

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. Danas Garuckas

ISBN 978-9955-25-520-8

© Kauno technologijos universitetas, 2008

TURINYS

D. Gindvilas

Kvadratinių pratrauktuvų automatizuotas projektavimas.....6

V. Akelaitienė

Sliekinio reduktoriaus automatizuoto projektavimo ypatumai.....12

V. Satrapas

Vieno laipsnio kūginio reduktoriaus techninio lygio priklausomybė nuo
krumpliaračių medžiagų kietumo17

K. Musteikis, Ž. Bazaras

Automobilio degalų sąnaudų skaičiavimo metodikų palyginimas23

V. Kiela

Ekspertinių sistemų taikymas projektuojant štapavimo technologijos
procesą28

R. Mickevičius

Avarijose sugadintų automobilių kėbulo atstatymo būdų tobulinimas.....35

H. Vaitekūnas

Dviračių transporto priemonių hibridinis varytuvas.....40

J. Čiuraitė

Netinkamų eksploatuoti automobilių ir nereikalingų transporto
eksploatacinių medžiagų utilizavimo technologijos ir perspektyvos45

A. Mickevičiūtė

Automobilių patikimumo įvertinimas51

A. Pieškus, Ž. Bazaras

Sandėliavimo kaštų priklausomybė nuo sandėlių rūšies ir jų išsidėstymo
tankumo.....56

E. Bugaj

Diskinių fasoninių aptekinimo peilių automatizuoto projektavimo
principas61

D. Domaševičius

Nesimetrinė mechaninė nelygių sujungtųjų jungčių įtempimų
deformacijos būvio tyrimas65

S. Vareikaitė

Sluoksniuotų sukamų konstrukcinių elementų stiprumas ir standumas70

J. Čekavičius

Sluoksniuotų lenkiamų elementų įtempimų ir deformacijų tyrimas76

ĮŽANGA

2008 m. balandžio 25 d. KTU Panevėžio instituto Technologijų fakultete vyko SMD konferencija „Technologijos mokslai šiandien ir rytoj – 2008“.

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-6 ir PMM-7 grupių magistrantai. Pranešimuose buvo pristatyti mokslinių tiriamųjų darbų rezultatai šiomis tematikomis: kompozicinių konstrukcijų stiprumas ir optimizavimas, mechanškai nevienalyčių suvirintųjų sujungimų stiprumas ir ilgaamžiškumas, automatizuotas projektavimas, transporto priemonių tyrimas ir logistika.

Tikimės, kad jaunųjų mokslininkų ir studentų konferencijos „Technologijos mokslai šiandien ir rytoj - 2008“ pranešimų medžiaga Jums bus įdomi ir naudinga.

Publikuojami darbai nebuvo recenzuoti.

prof. habil. dr. Algis Bražėnas
doc. dr. Dainius Vaičiulis

KVADRATINIŲ PRATRAUKTUVŲ AUTOMATIZUOTAS PROJEKTAVIMAS

D.Gindvilas

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: kvadratiniai pratrauktuvai, Visual Basic, AutoCAD.

1. Įvadas

Automatizuotas įrankių projektavimas atliekamas kompiuteriais, panaudojant atitinkamus programų paketus, tai žymiai supaprastina, palengvina įrankio projektavimą, vartotojui nebereikia atlikti įvairiausių skaičiavimų, braižymų, sumažėja klaidų atsiradimo tikimybė, sutaupomas laikas.

Automatizuotas projektavimas atliekamas Visual Basic programavimo kalba AutoCAD aplinkoje. Parašyta programa paskaičiuoja ir parenka kvadratinio pratrauktuvo konstrukcinius parametrus, bei nubraižo darbo brėžinį.

Darbo tikslas: išstudijuoti kvadratinio pratrauktuvo projektavimo metodiką, pagal ją sudaryti algoritmą, parašyti programą kuri paskaičiuotų pratrauktuvo konstrukcinius parametrus ir nubraižyti darbo brėžinį.

Praktinis pritaikymas: sudaryta programa kvadratinių pratrauktuvų projektavimui įgalina mažiausiomis laiko ir darbo sąnaudomis suprojektuoti pratrauktuvą. Programa naudinga tiek gamyboje, tiek mechaninių specialybių studentų mokymo procese.

2. Pratrauktuvų paskirtis, tipai, konstrukciniai ir geometriniai elementai

Pratrauktuvais apdirbami vidiniai ir išoriniai paviršiai, kuriuos apdoroti kitais pjovimo būdais yra sunku. Jais apdirbamos: ištisinės apvalios bei daugiakampės skylės su pleištiniais, išdrožiniais ir fasoniniais grioveliais, bei įvairios konfigūracijos išoriniai paviršiai. Detalės apdirbimo tikslumas $IT6 \dots IT8$, apdirbto paviršiaus šiurkštumas $Ra = 2,5 \dots 0,32 \mu m$. Pratrauktuvo darbinėje dalyje yra pjovimo, valymo, kalibravimo dantys. Pastūmos judesys pakeičiamas gretimų dantų iškylimo skirtumu a_z (2 pav.), kuris lemia nupjaunamo sluoksnio storį ir priklauso nuo apdirbamos medžiagos:

$$a_{zf} = \zeta_i \cdot a_z; \quad (1)$$

čia $\zeta_1 = 1$, $\zeta_2 = 1.5$, $\zeta_3 = 2.3$, $\zeta_4 = 3.8$ – koeficientai priklausantys nuo dantų grupės numerio; a_z – dviejų gretimų dantų aukščių skirtumas, mm.

Kvadratinį pratrauktuvų gretimų dantų nupjaunamas drožlės plotis kintamas, ir didėjant grupės numeriui mažėja. Todėl užlaida vienam dančiui kiekvienoje grupėje įvertinama koeficientu ζ_i .

Prenkamas dantų ir tarpdančių profilis atsižvelgiant į tai, kad danties per visą perėjimą nupjauta drožlė tilptų tarpdantėje. Randamas danties nupjautos drožlės išilginio pjūvio plotas A_{1i} :

$$A_{1i} = L_d \cdot a_{zf}; \quad (2)$$

čia L_d – pratraukiamo danties ilgis; a_{zf} – danties kilimas.

Drožlių griovelio matmenys (1 pav.) parenkami pagal trečios dantų grupės plotą A_i :

$$A_i = K \cdot A_{1i}; \quad (3)$$

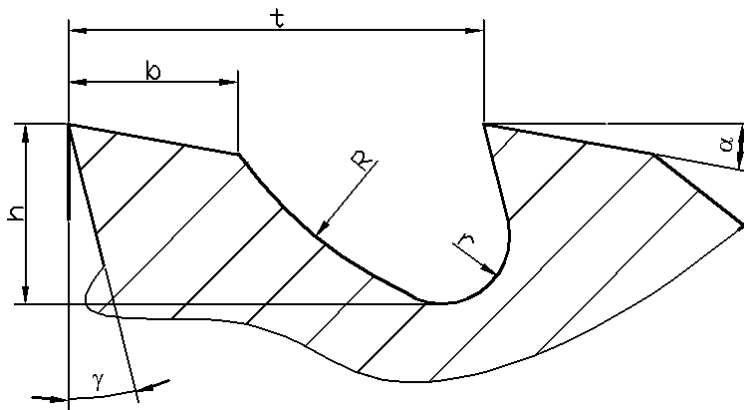
čia K – tūrinis drožlės griovelio užpildymo koeficientas.

Pjovimo dantų grupių skaičius Z_p :

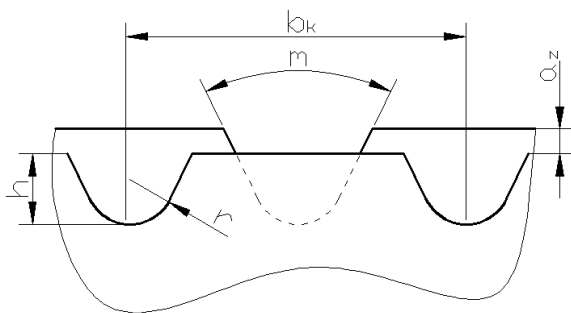
$$Z_{pi} = \frac{D_{i+1} - D_i}{2 \cdot A_i}; \quad (4)$$

čia D_i – dantų skersmenys, mm.

Valymo dantų, kurie yra pereinamieji tarp pjovimo ir kalibravimo dantų, imamas lygus $z_v = 4$. Kalibravimo dantų skaičius parenkamas $z_k = 6$.



1 pav. Pratrauktuvo tarpdančio profilis



2 pav. Drožlės skaidymo griovelių forma ir išdėstymas

Drožlių skaidymo griovelių skaičius parenkamas kiekvienai dantų grupei skirtingas, atsižvelgiant į drožlės plotį, o jų forma ir išdėstymas pateiktas 2 pav.

Pratrauktuvo stipruminiai skaičiavimai. Darbo metu pratrauktuvas yra tempiamas tokia jėga, kad nugalėtų pjovimo jėgų pasipriešinimą. Todėl norint atlikti skaičiavimus pirmiausiai paskaičiuojama pjovimo jėga, bei pavojingiausi pratrauktuvo skerspjūvių plotai: skerspjūvis ties pirmuoju dantimi, bei kotu.

Pratrauktuvas yra tikrinamas tempimo bei glemžimo įtempimams:

$$\sigma = P_z / A \leq \sigma_{adm}; \quad (5)$$

čia P_z – pjovimo jėga, N; A – tikrinamo skerspjūvio plotas, mm^2 ; σ_{adm} – leistinieji tempimo įtempimai MPa.

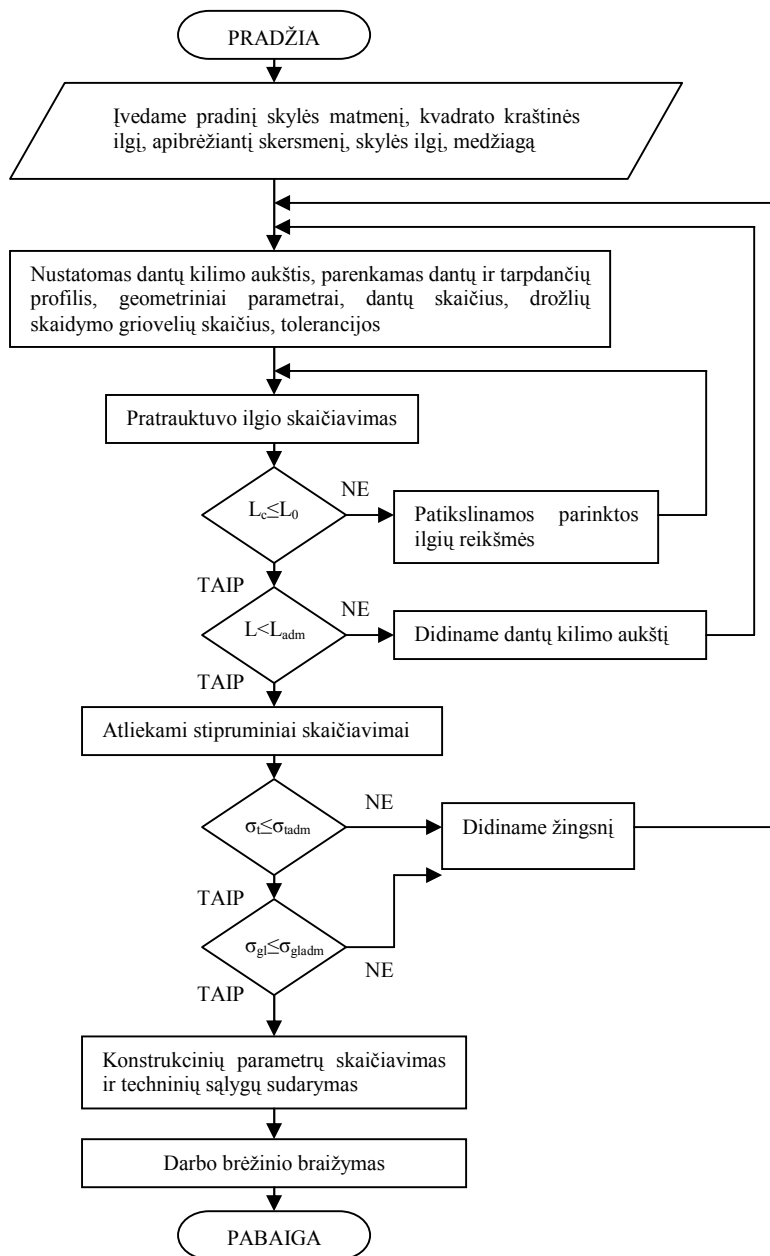
Pjovimo jėga P paskaičiuojama:

$$P_z = C_p \cdot S_z^x \cdot D \cdot Z_{\max} \cdot K_\gamma \cdot K_c \cdot K_u; \quad (6)$$

čia D – pratrauktuvo skersmuo, mm; $Z_{\max}$ – maksimalus vienu metu pjaunančių dantų skaičius; C_p , K_γ , K_c ir K_u – koeficientai parenkami atsižvelgiant į apdirbamą medžiagą.

3. Kvadratinų pratrauktuvų automatizuotas projektavimas

Kad sudarytume programą automatizuotam projektavimui, pirmiausiai reikia turėti kvadratinio pratrauktuvo konstrukcinių ir geometrinių elementų skaičiavimo išraiškas. Remiantis skaičiavimo metodika sudaromas algoritmas (3 pav.), pagal kurį Visual Basic kalba parašoma programa. Skaičiavimui reikalingus pradinius duomenis suvedame į sudarytą dialogo langą ir galutiniame rezultate turime skaičiavimo rezultatus, bei nubraižytą kvadratinio pratrauktuvo darbo brėžinį (4 pav.).



3.pav. Kvadratinio pratrauktuvo projektavimo algoritmo schema

3. Išvados

1. Automatizuotas projektavimas atliekamas Visual Basic programavimo kalba AutoCAD aplinkoje. Sudaryta programa panaudodama vartotojo nurodytus pradinius duomenis (pradinį skylės skersmenį, kvadrato kraštinės ilgį, skylės ilgį, medžiagą), apskaičiuoja ir parenka kvadratinio pratrauktuvo konstrukcinius bei techninius parametrus ir nubraižo jo darbo brėžinį.
2. Parašyta programa naudotis paprasta, skaičiavimai ir braižymai neužima daug laiko, sumažėja klaidų atsiradimo tikimybė.
3. Programą galima panaudoti tiek gamyboje, tiek mechaninių specialybių studijų metu.

Literatūra

1. **Bareišis J.** Trauktuvų projektavimas. Mokymo priemonė. Vilnius 1988. p. 56.
2. **Bražėnas A., Jurėnas V.** Metalų pjovimo įrankiai. Vilnius 1991. p. 336.
3. **Кирсанова Г.Н.** Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов. Москва 1986. с. 287.
4. Справочник технолога-машиностроителя. Том 2. Москва 1986. с. 496
5. **Анурьев В.И.** Справочник конструктора – Машиностроение. Москва 1980. с. 600
6. **Starkus B.** Visual Basic 6 Jūsų kompiuteryje. Kaunas 2002. p. 284
7. **Щеголев А.В.** Конструирование протяжек. Москва 1960. с. 352
8. **Bražėnas A., Dragūnas B., Jurėnas V., Ostaševičius V.** Bendros paskirties metalo pjovimo įrankių projektavimas. Vilnius, 92p.
9. **Ординарцев И.А., Филиппов Г.В., и др.** Справочник инструментальщика – Машиностроение. Ленинград 1987. с. 846
10. **Мягков В.Д.** Допуски и посадки. Том 1. Ленинград 1982. с. 543
11. **Мягков В.Д.** Допуски и посадки. Том 2. Ленинград 1982. с. 448
12. **A.Ostreika.** Programavimo Visual Basic pagrindai. Kaunas 2003. p. 226

SLIEKINIO REDUKTORIAUS AUTOMATIZUOTO PROJEKTAVIMO YPATUMAI

V. Akelaitienė

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: Sliekinis reduktorius, automatizuotas projektavimas.

1. Įvadas

Šiuolaikiniame projektavime vis plačiau naudojamos kompiuterinės analizės ir projektavimo sistemos. Programinė įranga, pradedant paprasčiausių brėžinių braižymu, ir baigiant trimačiu galutinio produkto modelio pateikimu, bei visos techninės dokumentacijos sukūrimu ir valdymu, leidžia nesunkiai ir lengvai įvesti pakeitimus ir patobulėjimus gamybos eigoje, taipogi leidžia negaminti brangių prototipų, kadangi visus sudėtingus ir ilgus bandymus (statinius, dinامينius ir pan.) galima atliktivirtualioje erdvėje. Šios, galutinio produkto, analizės pabaigoje gaunamas produktas kuris atitinka užduotas technines sąlygas ir yra optimalios konstrukcijos. Toliau gaminama įprastinė techninė dokumentacija, specifikacijos bei sąmatos.

Kompiuterinio projektavimo sistemų yra sukurta gan nemažai, kiekviena jų turi savo taikymo sritį, bet nepavyko rasti sistemos kuri būtų skirta automatizuotam sliekinį reduktorių projektavimui bei techninės dokumentacijos sukūrimui.

Siekiant sukurti automatizuoto sliekinį reduktorių projektavimo paketą buvo pasirinktas vienas dažniausiai Lietuvoje sutinkamu, kompanijos „Autodesk“ projektavimo paketą „AutoCAD“. Šis paketas pasirinktas, todėl, kad jame yra „Visual BASIC“ programavimo kalba kurią lengva išmokyti ir pritaikyti savo reikmėms.

Darbo tikslas: atlikti automatizuoto projektavimo sistemų apžvalgą, parašyti programą automatizuotai suprojektuojančią ir nubraižančią sliekinį reduktorių AutoCAD terpėje, sukurti naujas komandas, meniu punktus, įrankių juostas iššaukiančias automatinį sliekinio reduktoriaus projektavimą ir braižymą, bei koregavimą, atlikti automatizuotai suprojektuoto reduktoriaus parametrų tyrimą.

2. Automatizuoto projektavimo sistemų apžvalga

„Autodesk AutoCAD“ – tai turbūt populiariausia programa Lietuvoje, skirta dvimačių brėžinių projektavimui, tačiau ja galima atlikti ir trimatį projektavimą. Tai puikus įrankis, kuris pagreitina ir supaprastina projektavimo eigą. Sistemos praplėtimui „AutoCAD“ turi išplėtotą brėžinių ir pačios programinės įrangos priderinimą prie konkrečių poreikių naudojant tokias sąsajas kaip Visual LISP, Visual Basic, ActiveX. „AutoCAD“ bazėje integruotos programos kuriomis galima kompleksiškai spęsti mašinų gamybos, statybos ir architektūros automatizuoto projektavimo, konstravimo, gaminių analizės, gamybos ir statybos bei architektūros klausimus.

„Autodesk Mechanical Desktop“ programinė įranga skirta mechanikos dvimačiam kompiuteriniam projektavimui. Šios programinės įrangos pagrindą sudaro tradicinis AutoCAD praplėstas funkcionalumu skirtu mechanikos projektavimui. Čia yra įmontuota standartinių komponentų bazė: varžtai, poveržlės, veržlės, įvairūs profiliai ir pan. Taip pat patalpinta apie daug konstrukcinių standartinių komponentų, tai įvairios išdrožos, grioveliai, kiaurymės, standartiniai technologiniai komponentai. Taip galima paskaičiuoti ir automatiškai sugeneruoti jų vaizdą spyruoklėms, krumpliaračiams, grandininėms pavaroms, velenams ir pan.

„Autodesk Inventor“ – skirtas gaminio modeliavimui, detalizavimui ir surinkimui ir yra lengvai įsisavinamas. Šis paketas teikia pilną įrankių komplektą projektavimui trimatėje erdvėje ir brėžinių paruošimui. „Autodesk Inventor“ skirtas projektuoti paprastus ir sudėtingus gaminius, gali atlikti bet kokio sudėtingumo tūrinį objekto modeliavimą ir remiantis sukurtu modeliu automatizuotai generuoti reikalingą techninę dokumentaciją, gaminti brėžinius, išgauti specifikacijas.

„SolidWorks“ – tai vienas populiariausių pasaulyje trimačio modeliavimo paketų, į kurio sudėtį įeina didelis rinkinys integruotų CAE/CAM/PDM modulių bei daugiau kaip 500 specializuotų priedų. Tai kompleksinė CAD sistema, apimanti specializuotus modulius liejimo bei lakštinio metalo formų projektavimui, mechaninio apdirbimo programų sudarymui kompiuterinio valdymo staklėms, inžineriniams stiprumo skaičiavimams, darbų automatizavimui bei daugeliui kitų sričių. Automatiškai atliekamas sudėtingų skylių generavimas su papildomu jų apdirbimu, skyrimo linijų ir paviršių formavimo projektuojant liejimo ir štapavimo formas.

„Pro/ENGINEER“ – tai programinis paketas susidedantis iš eilės programinių modulių, skirtingų spęsti konstruktorinis projektavimo uždavinius. Projektavimas atliekamas trimatėje erdvėje. Projektavimo operacijos išsaugomos projektavimo medyje ir leidžia inžinieriui grįžti į bet kurį darbo etapą ir atlikus svarbius pakeitimus, bus automatiškai pakoreguotos visos sekančios operacijos. Moduliai suteikia galimybę kurti atskiras detales ir sudėtingas surinkimo konstrukcijas. Jie leidžia projektuoti ir valdyti surinkimų

konstrukcijas, kurias sudaro sudėtingos formos ir didelis skaičius surinkimo elementų, taip pat automatiškai atlieka patikrinus ar teisingai renkama konstrukcija.

„Solid Edge“ tai sistema turi ir gali prisijungti įvairius papildomus automatizuoto projektavimo modulius, kurie leidžia dirbti su lakštiniu metalu, projektuoti atskiras detales, atlikti detalių ir mazgų surinkimą, paruošti konstrukcinę dokumentaciją įvairiais standartais. Čia komandos suskirstytos į skirtingas funkcijų grupes, atliekant skirtingas operacijas: detalių modeliavimas, surinkimas, brėžinių dokumentacijų sudarymas. Visos darbinės sritys glaustai tarpusavyje integruotos ir reikalui esant vartotojas gali lengvai pereiti iš vienos į kitą.

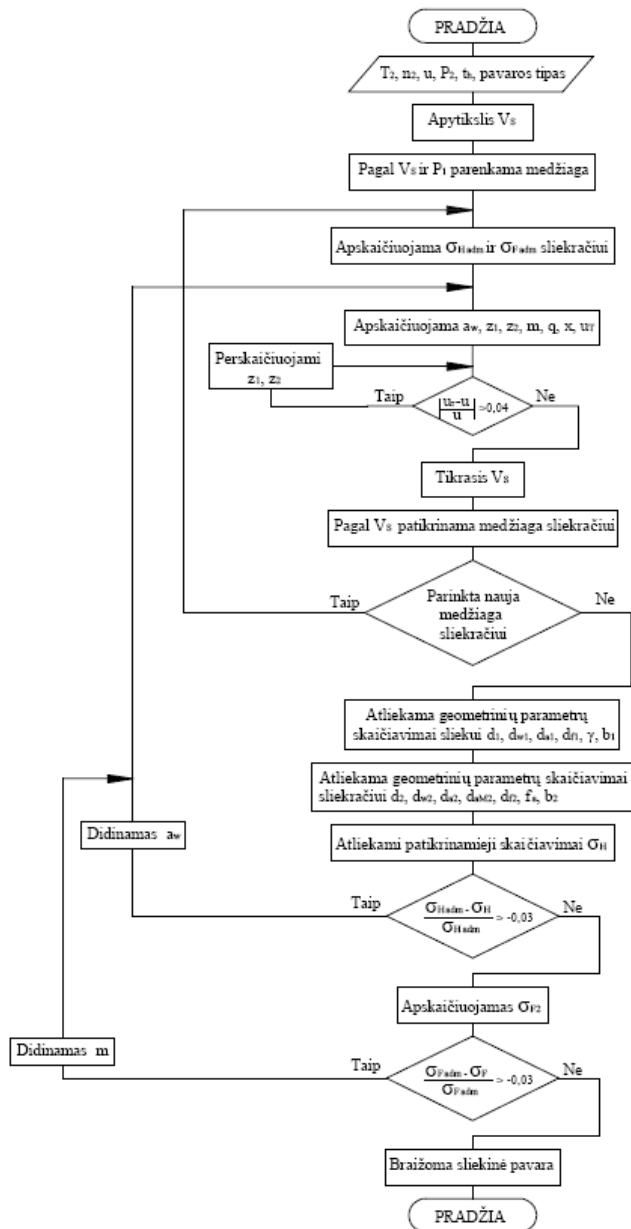
„Unigraphics“ automatizuoto projektavimo sistema leidžia lengvai projektuoti net pačias sudėtingiausias geometrines formas, detales. „Unigraphics“ mechaninio apdirbimo moduliai pastoviai aprobuojami skirtingose projektuose automobilių pramonėje, mašinų gamyboje. Dirbant su Unigraphics galimi ir kokie pakeitimai, padaryti bet kokiame projektavimo etape su sąlyga, kad bus automatiškai pakoreguotos visos sekančios operacijos.

„Bentley MicroStation“ – galinga programinė įranga, skirta kompiuterinei inžinerinei grafikai ir 2D/3D modeliavimui. Tai viena iš pirmiausių pasaulyje automatizuoto projektavimo sistemų. Programa „Bentley MicroStation“ – tobulas sprendimas automatizuoto projektavimo galimybių atžvilgiu. Projektavimo procesas vyksta interaktyvioje ir vaizdžioje aplinkoje, brėžimo ir modeliavimo funkcijos valdomos ir naudojamos langų pagalba. Kuriant brėžinį ar atliekant projektą jo kūrimo etapai išlieka brėžinio istorijoje. Vėliau brėžinio istorija gali būti peržiūrėta ir atstatyta reikalinga projekto kūrimo stadija.

„HiCAD“ – projektavimo sistema, kuria galima projektuoti tiek trimačius erdvinius modelius bei braižyti dvimačius brėžinius. Programa turi gana dideles standartinių detalių bibliotekas, tokių kaip varžtiniai sujungimai, velenų technologiniai elementai, guoliai ir pan. Pakeitus erdvinį modelį tiesiogiai atsinaujina ir sugeneruota techninė dokumentacija, bei specifikacijos. Programa palaiko „Visual Basic for Applications“ programavimo kalbą, ją parašytos makro komandos, leidžia tiesiogiai keisti erdvinį modelį, pakeitus tik pagrindinius parametrus.

Praktiškai visos apžvelgtos projektavimo sistemos gali būti naudojamos sliekinio reduktoriaus projektavimui, tai yra vieno modelio sukūrimui. Siekiant pagal duotus duomenis, suskaičiuoti ir parinkti pagrindus reduktoriaus parametrus bei nubraižyti jo darbo brėžinius, reikia kurti savo asmeninius programinius poskiepius, pasitelkiant įvairias programavimo kalbas, kaip „Visual Basic for Applications“ (VBA), „C++“, „Active X“ ir panašiai. Turbūt lengviausiai prieinama ir išmokstama yra VBA, be to ji veikia „AutoCad“ terpėje. Todėl bus naudojama šių dviejų programų rinkinys.

3. Sliekinės pavaros projektavimo algoritmas



1 pav. Sliekinės pavaros projektavimo algoritmas

Sliekines pavaros projektavimui naudosis GOST 2144-76 (1992m. redakcija).

Iš algoritmo (žr. 1 pav.) matyti kad jis sudėtingas, nors yra nedetalus, todėl reikėtų atlikti analizę ir galbūt pavyktų supaprastinti algoritmą. Tai būtų tolimesnių darbų tikslas.

4. Išvados

1. Daugelyje automatizuoto projektavimo paketų nėra galimybės vartotojui kurti savo taikomas programas, kadangi AutoCAD paketas turi šią galimybę ir yra plačiai naudojama tai aš jį naudosis savo darbui.
2. Algoritmas yra sudėtingas, todėl atliksiu analizę ir galbūt pavyks supaprastinti algoritmą.

Literatūra

1. Autodesk AutoCAD 2008. http://www.cadteam.lt/Progr_iranga_autocad.html
2. **V. Sinkevičius.** AutoCAD 2007. Kaunas, 2007
3. Autodesk Inventor Suite 2008. http://www.cadteam.lt/Progr_iranga_inventor_series.html
4. 3D Inžineriniai dizaino sprendimai. http://www.3dcad.lt/index.php?page_id=10
5. 10 priežasčių įsigyti Bentley Structural XM. http://www.inre.lt/index.php?page_id=125&news_id=88
6. **Анурьев В. И.,** Справочник конструктора – машиностроителя, том 2. Москва: Машиностроение, 2001. -901 с.
7. Solid edge. http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/velocity/solidedge

VIENO LAIPSNIO KŪGINIO REDUKTORIAUS TECHNINIO LYGIO PRIKLAUSOMYBĖ NUO KRUMPLIARAČIŲ MEDŽIAGŲ KIETUMO

V. Sarapas

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: automatizuotas projektavimas, kūginis reduktorius, kūginės pavaros.

1. Įvadas

Krumplinės arba sliekinės pavaros, sudarančios atskirą agregatą, vadinamos reduktoriumi. Dažniausiai mašinų gamyboje naudojami reduktoriai, mažinantys varomojo veleno kampinį greitį ir didinantys sukimo momentą. Jie montuojami transporto, kėlimo mašinose, staklėse, prietaisuose arba kaip tarpinis mechanizmas tarp jėgos šaltinio (variklio) ir vartotojo (darbo mašinos).

Reduktoriai klasifikuojami pagal pavaros tipą, laipsnių skaičių, velenų tarpusavio padėtį ir jų padėtį erdvėje, reduktorių tvirtinimą. Svarbiausias reduktoriaus požymis yra pavaros tipas. Pagal tai jie skirstomi į cilindrinis krumplinius (tiesiakrumpliai, įstrižakrumpliai, ševroniniai), kūginius krumplinius (tiesiakrumpliai, įstrižakrumpliai, kreivakrumpliai), kūginius-cilindrinis krumplinius, sliekinis (cilindrinis, globoidinis), planetinius (cilindrinis, kūginės pavaros), banginius (pavara su tampriuoju krumpliaračiu).

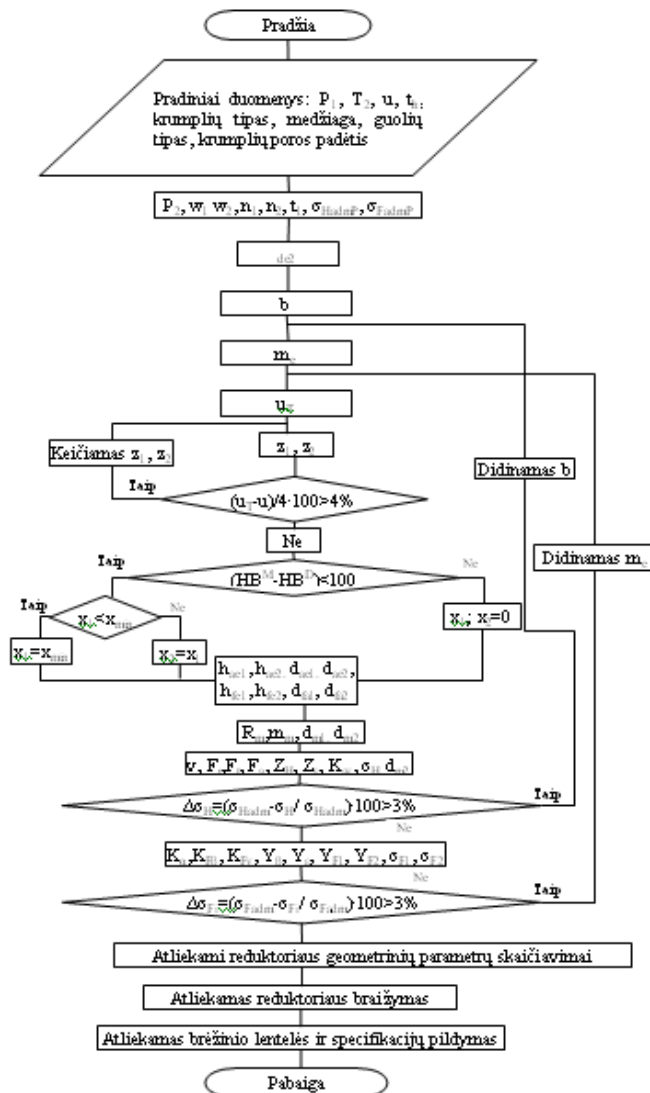
Reduktoriai pagal laipsnių skaičių skirstomi į vienalaipsnius, dvilaipsnius ir daugialaipsnius. Bendros paskirties reduktoriai dažniausiai būna vienalaipsniai, dvilaipsniai ir trilaipsniai [1].

Atsižvelgiant į velenų tarpusavio padėtį, reduktoriai skirstomi į bendraašius (krumpliniai dvilaipsniai, planetiniai, banginiai), su lygiagrečiomis geometrinėmis ašimis (vienalaipsniai ir daugialaipsniai cilindriniai krumpliniai, dvilaipsniai sliekiniai), su susikertančiomis geometrinėmis ašimis (vienalaipsniai kūginiai krumpliniai), su susikryžiuojančiomis geometrinėmis ašimis (vienalaipsniai ir dvilaipsniai sliekiniai, krumpliniai sraigtiniai, hipoidiniai) [1].

2. Vieno laipsnio kūginio reduktoriaus projektavimo algoritmas

Pagal autoriaus sukurtą algoritmą (žr. 1 pav.) buvo parašyta vieno laipsnio kūginio reduktoriaus automatizuoto projektavimo programa. Ji sukurta AutoCAD'e panaudojant Visual BASIC (VBA) programavimo kalbą. Prieš

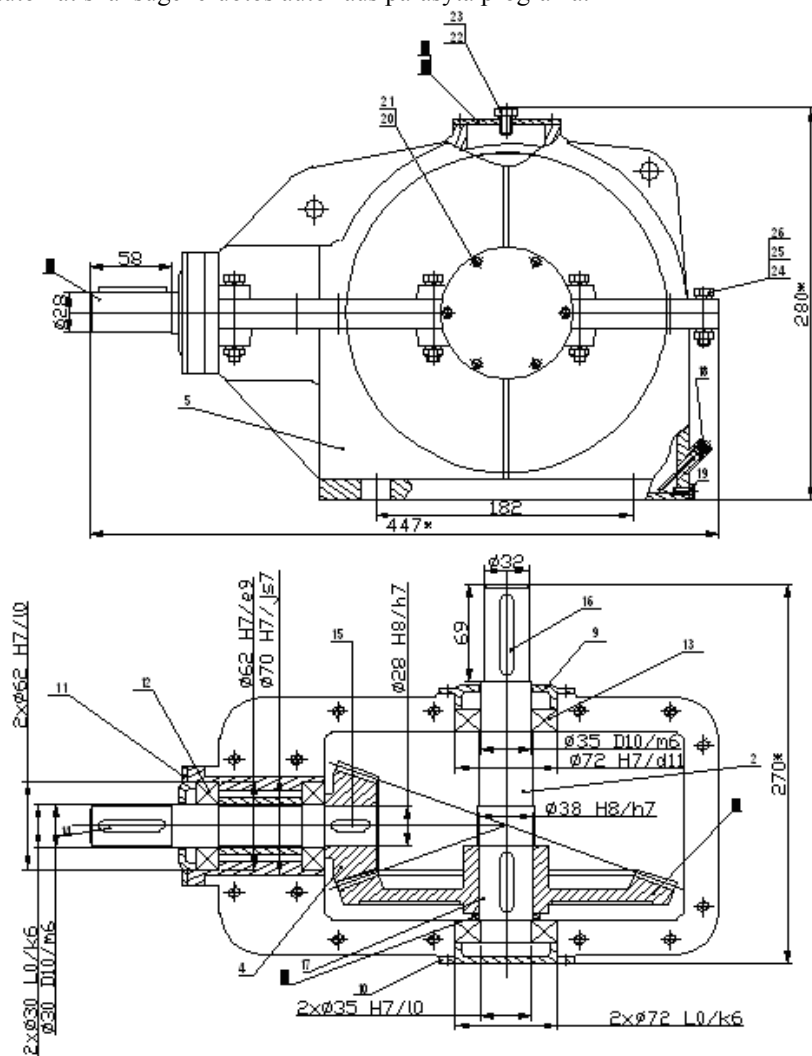
atliekant skaičiavimus, reikia įvesti šiuos duomenis: reduktoriaus greitaigio veleno galingumą P , kW, reduktoriaus lėtaigio veleno sukimo momentą T_2 , Nm, reduktoriaus perdavimo skaičių u , reduktoriaus tarnavimo laiką t_h , val., reduktoriaus guolių tipą (ritininiai ir rutuliniai), mažojo ir didžiojo krumpliaračių bei velenų medžiagą.



1 pav. Kūginio reduktoriaus automatizuoto projektavimo algoritmas

Po projektinio ir patikrinamojo kūginės pavaros skaičiavimo (metodika paimta iš [2]) atliekamas pagrindinių geometrinių parametų nustatymas (velenų skersmenys ir ilgiai, reduktoriaus korpuso matmenys). Tada atliekami patikrinamieji velenų, guolių bei pleištnių sujungimų skaičiavimai. Reikalui esant automatiškai koreguojami reikiami matmenys. Galiausiai nubraižomas reduktorius ir sugeneruojama jo specifikacija.

2 pav. parodytos dvi kūginio reduktoriaus projekcijos, kurios buvo automatiškai sugeneruotos autoriaus parašyta programa.



2 pav. Kūginio reduktoriaus brėžinys

3. Reduktoriaus techninio lygio priklausomybė nuo medžiagų kietumo

Reduktoriaus techninis lygis paprastai nusakomas kiekybiniu parametru:

$$\gamma = \frac{m}{T_L}; \quad (1)$$

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

Reduktorių techninio lygio parametro reikšmių paaiškinimas pateiktas 1 lentelėje.

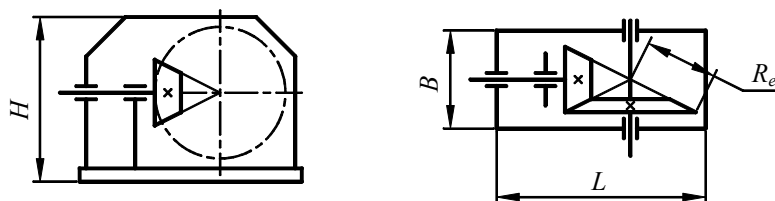
Reduktoriaus masė [1]:

$$m = \varphi \cdot \rho \cdot V \cdot 10^{-9}; \quad (2)$$

čia φ – reduktoriaus užpildymo koeficientas; ρ – medžiagos tankis, kg/m³; $V = L \times B \times H$ – sąlyginis reduktoriaus tūris, mm³; L , B ir H – didžiausias reduktoriaus ilgis, plotis ir aukštis, mm (žr. 3pav.).

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	Vidurinis	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



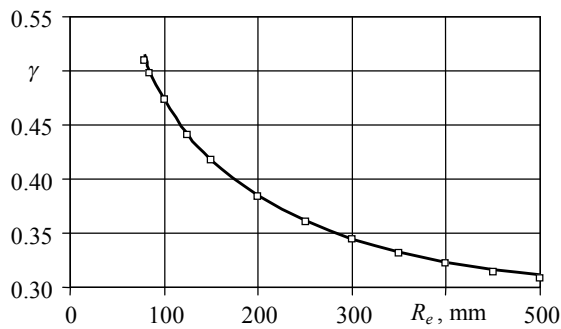
3 pav. Vieno laipsnio kūginio reduktoriaus matmenys, reikalingi sąlyginio reduktoriaus tūrio nustatymui

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

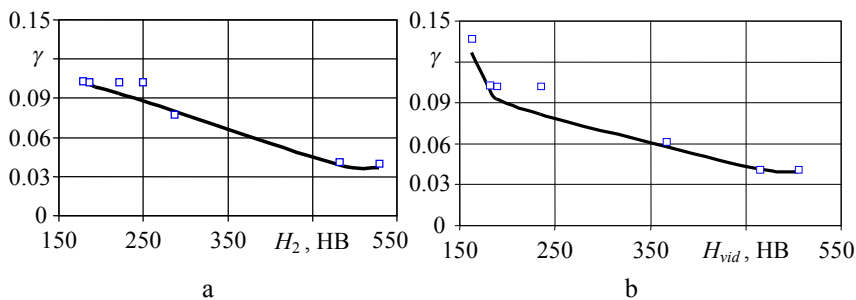
$$\varphi = 0.234 + \frac{0.766}{1 + 0.035 R_e^{0.9}}; \quad (3)$$

čia R_e – kūginės pavaros išorinis kūginis atstumas, mm.

Išraiškos (3) atitikimas reikšmėms, pateiktoms literatūroje [3], pavaizduotas 4 pav. Didėjant R_e taip pat didėja reduktoriaus techninis lygis γ (kuo didesnis techninis lygis tuo mažesnė γ reikšmė).



4 pav. Vieno laipsnio kūginio reduktoriaus užpildymo koeficiento φ priklausomybė nuo išorinio kūginio atstumo: taškai – paimti iš [3] literatūros; kreivė – apskaičiuota pagal (3) formulę



5 pav. Techninio lygio parametro γ kitimas nuo: a – didžiojo (varomojo) krumpliaračio dabinio paviršiaus kietumo; b – pavaros krumpliaračių darbinio paviršiaus vidutinio kietumo (abiejų krumpliaračių kietumų skirtumas maždaug vienodas). Taškai vaizduoja γ reikšmės, kai visi linijiniai dydžiai apvalinami iki pirmenybinės matmenų eilės Ra40, o kreivės, kai – neapvalinami

Kūginio reduktoriaus techninio lygio kitimas nuo krumpliaračių darbinių paviršių kietumo pateiktas 5 pav. Matome, kad didinat krumpliaračių darbinių paviršių kietumą didėja reduktoriaus techninio lygio parametras. Kai visi kūginio reduktoriaus linijiniai dydžiai apvalinami iki pirmenybinės matmenų eilės Ra40 (5 pav., taškai) gauname, kad techninio lygio parametras kinta ne nuosekliai. Tai galima paaiškinti tuo, kad nežymiai padidinus krumpliaračių darbinių paviršių kietumą (iki 20 ... 30 HB), apskaičiuoti linijiniai dydžiai patenka į tą patį pirmenybinių matmenų iš Ra40 eilės intervalą.

4. Išvados

1. Išnagrinėjus reduktoriaus techninio lygio γ priklausomybę nuo abiejų krumpliaračių kietumo ir nuo didžiojo krumpliaračio kietumo buvo nustatyta, kad kuo didesnis krumpliaračių(-io) medžiagos kietumas, tuo aukštesnis reduktoriaus techninio lygio parametras (jo reikšmė mažesnė).
2. Reduktoriaus techninio lygio parametras kinta nežymiai, kai kūginio reduktoriaus krumpliaračių kietumas didesnis už 490 HB.
3. Norint sumažinti vieno laipsnio kūginio reduktoriaus gabaritus reikia naudoti krumpliaračius su kaip galima didesniu jų darbinių paviršių kietumu.

Literatūra

1. **Pauza M.** Mašinų detalės. Vilnius, 1996. -321 p.
2. Krumplinė kūginė pavara. <http://stud.ppf.ktu.lt/vaiciulis/paskaitos/me2/me2-03.2.pdf> (lankytasi 2008-04-17)
3. **Шениблит А.Е.** Курсовое проектирование деталей машин. –Калининград: Янтарный сказ, 1999. -454 с.

AUTOMOBILIO DEGALŲ SĄNAUDŲ SKAIČIAVIMO METODIKŲ PALYGINIMAS

K. Musteikis, Ž. Bazaras

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: Automobilinių degalų norma, degalai, automobilis, benzinas, dyzelinas, suskystintos naftos dujos.

1. Įvadas

Degalų suvartojimas yra svarbus automobilio eksploatacijos veiksnys. Degalų suvartojimo tyrimai buvo atliekami beveik nuo tada, kai buvo išrastas pirmasis automobilis. Pastaraisiais metais buvo atlikta nemaža tyrimų, kuriuose nagrinėjama degalų sąnaudų priklausomybė nuo automobilio greičio, nuo kelio geometrijos ir jo dangos būklės. Pradžioje buvo nagrinėjami empiriniai duomenys, vėliau – duomenys, gauti eksperimentais nustatant degalų sąnaudas ir lyginant jas su konkrečiomis automobilių eksploatacinėmis sąlygomis taikant empirinį modeliavimą. Vėliau nustatant degalų sąnaudas buvo taikomi mechaninio modeliavimo principai atsižvelgiant į automobilį veikiančias pasipriešinimo jėgas [1].

Degalų sąnaudų mažinimo automobilių transporte problemos tyrimas rodo jos sudėtingumą bei kompleksiskumą. Degalai dažniausiai pereikvojami dėl blogos transporto priemonių techninės būklės, sunkių eksploataavimo sąlygų, žemos vairuotojų kvalifikacijos, taip pat dėl to, kad ne iki galo panaudojamos organizacinės ir technologinės priemonės. Prie pastarųjų priskiriama degalų sąnaudų matavimas ir normavimas [3].

2. Kaip nustatomos degalų sąnaudos

Degalų naudojimo efektyvumui didelės reikšmės turi mokslškai ir techniškai pagrįstos degalų sąnaudų normos. Tobulėjant transporto priemonėms bei technologiniams procesams, gerėjant keliams, kylant vairuotojų kvalifikacijai, degalų sąnaudų normos turi būti peržiūrimos [2].

Vartotojas, įsigijęs automobilį iš karto susiduria su degalų sąnaudų nustatymo problema. Ši problema ypač aktuali įmonėms, kurios lėšas, skirtas degalų įsigijimui įtraukia į savo veiklos sąnaudas. Realiai transporto įmonėse degalų sąnaudos nustatomos trim būdais:

- Taikant Automobilių kuro normų nustatymo metodiką, patvirtintą LR Susisiekimo ministro 1995 m. spalio 12 d. įsakymu Nr. 405 [4].
- Pagal gamyklos-gamintojos nustatytas degalų suvartojimo normas, pateikiamas automobilio eksploatavimo instrukcijoje, įvertinant realias eksploatavimo sąlygas.
- Taikant automobilių degalų sąnaudų skaičiavimo metodiką, aprašytą vadovėlyje „Automobilio eksploatacinės savybės“. [5]

3. Automobilių kuro normų nustatymo metodika, patvirtinta LR susisiekimo ministro

Metodika yra patvirtinta LR Susisiekimo ministro 1995 m. spalio 12 d. įsakymu Nr. 405. Čia pateikiama rekomenduojama kuro normų nustatymo metodika automobiliams, specialios įrangos, sumontuotos ant automobilių, kuro sunaudojimui. Šiame leidinyje yra pateiktos formulės pagal kurias galima apskaičiuoti bet kurio konkretaus automobilio bazinės degalų sunaudojimo normas. Metodikoje pateiktos šios bazinių degalų sunaudojimo normų apskaičiavimo formulės:

a) lengviesiems automobiliams su benziniais varikliais

$$N_k \cong 6,6\sqrt{V_h}, \text{ l/100 km}; \quad (1)$$

čia V_h – variklio darbinis tūris, litrais. Lengviesiems automobiliams su dyzeliniais varikliais 0,6 ... 0,7 benzininio variklio normos; visureigiams norma gali būti padidinta iki 30 proc.);

b) sunkvežimiams ir autobusams:

$$N_k = 100G_t / (v_a \cdot \rho_k); \quad N_k \cong 6,6\sqrt{V_h}, \text{ l/100 km}; \quad (2)$$

čia G_t – valandinės kuro sąnaudos, kg/h; v_a – vidutinis automobilio važiavimo greitis, km/h (0,8 nuo v maksimalaus); ρ_k – degalų tankis, g/cm³ (benzino 0,75, dyzelino 0,85).

Valandinės kuro sąnaudos

$$G_t = g_e \cdot N_e \cdot k, \text{ kg/h}; \quad (3)$$

čia g_e – lyginamoji efektyvi kuro sąтуда, kg/kWh (benzininiams varikliams 0,31; dyzeliniams varikliams 0,23); N_e – variklio (efektyvusis) galingumas, kW; k – integralinis koeficientas, kuriuo įvertinamas variklio veleno sukimosi dažnis ir naudojama variklio galia (sunkvežimiams ir autobusams 0,55).

Vietoje benzino naudojant suskystintas naftos dujas skaičiuojamos bazinės kuro normos padidinamos iki 20 procentų, suslėgtas gamtines dujas – iki 5 procentų atitinkamos benzino bazinės kontrolinės normos.

Kuro normos didinamos:

- dirbant žiemą – iki 10 procentų;

- darbas, kurio metu technologiškai yra būtini dažni sustojimai (vidutiniškai daugiau kaip vienas sustojimas 1 km ridos) – iki 10 procentų;
- darbas, kurio metu yra būtini maži greičiai (iki 20 km /h)- iki 10 procentų;
- pradedant eksploatuoti naujus arba po kapitalinio remonto automobilius iki 1000 km ridos – iki 10 procentų;
- darbas karjeruose, žemės ūkio arba miško išvežimo darbuose – iki 20 procentų;
- mokomasis važiavimas – iki 20 procentų;
- važiavimas užpustytais keliais – iki 20 procentų;
- dirbant miestuose, kuriuose gyventojų skaičius yra didesnis kaip 100 000 – iki 10 procentų. Kuro normos, dirbant užmiestyje geros kokybės keliuose, mažinamos iki 15 procentų.

4. Automobilių kuro normų nustatymo metodika, pagal gamyklos gamintojos nustatytas degalų suvartojimo normas

Šią metodiką galima naudoti, tik tuo atveju, jei žinomos gamyklos-gamintojos pateiktos konkretaus automobilio degalų sunaudojimo normos. Gamykla-gamintoja konkrečiam automobiliui degalų sąnaudas pateikia važiuojant dviem režimais:

- važiuojant automobiliu užmiestyje geros kokybės keliu, 90 km/h greičiu;
- važiuojant automobiliu miesto režimu.

Įvertinant realias automobilio eksploatavimo sąlygas, numatoma, kokią ridos dalį, išreikštą procentine išraiška, automobilis bus eksploatuojamas užmiestyje ir kokią mieste:

$$N_{\text{apskaičiuotas}} = \frac{N_{\text{uzm}} \cdot k_{\text{uzm}} + N_{\text{miesto}} \cdot k_{\text{miesto}}}{100}, \text{ l/100 km}; \quad (4)$$

čia N_{uzm} – degalų sunaudojimo norma, važiuojant užmiestyje geros kokybės keliu, 90 km/h greičiu; N_{miesto} – degalų sunaudojimo norma, važiuojant miesto režimu; k_{uzm} – ridos dalies, kurią automobilių eksploatuosime užmiestyje, procentinė išraiška; k_{miesto} – ridos dalies, kurią automobilių eksploatuosime mieste, procentinė išraiška.

5. Automobilių kuro normų nustatymo metodika, aprašyta vadovėlyje „Automobilio eksploatacinės savybės“

Naudojant šią metodiką [5], automobilio degalų sąnaudos nustatomos, įvertinant važiuojantį automobilį veikiančias vidaus ir išorės jėgas. Skaičiavimas pakankamai tikslus, bet reikalauja didelių darbo laiko sąnaudų.

Pakrauto automobilio svorio jėga

$$G_a = m_a \cdot g, \text{ N}; \quad (5)$$

čia m_a – pakrauto automobilio masė, kg; $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ – laisvojo kritimo pagreitis.

Aerodinaminės jėgos, veikiančios automobilį:

$$P_W = C_W \cdot A \cdot q, \text{ N}; \quad (6)$$

čia C_W – aerodinaminės jėgos koeficientas, jo ribos 0,3 ... 0,6; A – Midelio plotas, m^2 ; q – oro slėgis aplink važiuojantį automobilį, Pa.

Midelio plotas

$$A = 0.8 \cdot H \cdot B; \quad (7)$$

čia H – automobilio aukštis, m; B – automobilio plotis, m.

Oro slėgis aplink važiuojantį automobilį

$$q = 0.5 \cdot q_0 \cdot v_W^2; \quad (8)$$

$q_0 = 1,225 \text{ kg/m}^3$ – oro tankis; v_W – automobilio greitis, įvertinant oro pasipriešinimą:

$$v_W = \sqrt{v^2 + v_0^2 \cdot 2 \cdot v \cdot v_0 \cdot \cos \beta}, \text{ m/s}; \quad (9)$$

v – automobilio važiavimo greitis, m/s; v_0 – vėjo greitis, m/s, β – kampas, kuriuo vėjas pučia į automobilį.

Oro slėgis aplink važiuojantį automobilį, jei skaičiuojant nebus vertinamas vėjo poveikis:

$$q = 0.5 \cdot q_0 \cdot v^2, \text{ kg/m}^3. \quad (10)$$

Oro pasipriešinimo jėga, priklausoma nuo automobilio važiavimo greičio

$$F_w = \frac{k_0 \cdot v^2 \cdot A_p}{1000}, \text{ kN}; \quad (11)$$

čia k_0 – automobilio aptakumo koeficientas, ribos 0,2 ... 0,35; v – automobilio judėjimo greitis, m/s; A_p – automobilio projekcijos iš priekio plotas:

$$A_p = H \cdot B, \text{ m}^2. \quad (12)$$

Automobilio pasipriešinimo riedėjimui jėga:

$$F_p = F_w + G_a \cdot \psi, \text{ kN}. \quad (13)$$

Ekonominė variklio charakteristika:

$$Q = \frac{27.8 \cdot b_e \cdot F_p \cdot 10^3}{q \cdot \eta_{tr}}, \text{ l/100 km}; \quad (14)$$

čia $b_e = 2.9 \cdot 10^{-4}$ – santykinė nepilnai apkrauto variklio degalų sąnauda, kg/kWh; F_p – automobilio pasipriešinimo judėjimui jėga, kN; η_{tr} – transmisijos naudingumo koeficientas (lygus 0,8).

Automobilio pasipriešinimo judėjimui jėga

$$F_p = F_{\psi} + F_{\omega} = G_a \cdot \psi + F_{\omega}; \quad (15)$$

čia $F_{\psi} = G_a \cdot \psi$ – jėga, priklausanti nuo oro pasipriešinimo, kN; ψ – oro pasipriešinimo koeficientas (jo ribos 0,01 ... 0,03).

6. Išvados

1. Pagal LR Susisiekimo ministro patvirtintą metodiką gana paprastai apskaičiuojamos degalų sunaudojimo normos automobiliams, specialios įrangos, sumontuotos ant automobilių, kuro sunaudojimui. Pateiktos formulės pagal kurias galima apskaičiuoti bet kurio konkretaus automobilio bazinės degalų sunaudojimo normas.
2. Degalų normų nustatymo metodiką, pagal gamyklos-gamintojos duomenis galima naudoti, tik tuo atveju, jei žinomos gamintojo pateiktos konkretaus automobilio degalų sunaudojimo normos. Metodika plačiai naudojama transporto įmonėse naujų lengvųjų automobilių degalų sąnaudoms normuoti.
3. Naudojant degalų normų nustatymo metodiką, įvertinant automobilį veikiančias vidaus ir išorės jėgas, skaičiavimas pakankamai tikslus, bet reikalauja didelių darbo laiko sąnaudų.

Literatūra

1. **Miškinis D.** Kelio ir automobilio rodiklių įtaka kuro sąnaudoms. Transportas, 2000 XV t. Nr. 3. 6 p.
2. **Andziulis A.** Transporto priemonių variklių degalų ir tepalų tyrimai. -Kaunas: KTU leidykla, 2007. p 21.
3. **Mickūnaitis V., Pikūnas A.** Automobilių degalų sąnaudų nustatymo ir normavimo metodikos. -Vilnius: Technika, 2005. p 36.
4. Automobilių kuro normų nustatymo metodika. Valstybės žinios, 1995-10-18 Nr.85-1933. p 13.
5. **Jurkauskas A.** Automobilio eksploatacinės savybės. -Kaunas: Technologija, 2000. p 201.

EKSPERTINIŲ SISTEMŲ TAIKYMAS PROJEKTUOJANT ŠTAMPAVIMO TECHNOLOGIJOS PROCESĄ

V. Kiela

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: operacijos, stampai, presai, ekspertinės sistemos.

1. Įvadas

Šiuo metu daug pramonėje bei buityje naudojamų metalo gaminių bei detalių yra pagaminta apdirbant metalą spaudimu. Vienas tokio apdirbimo metodų yra šaltasis šampavimas. Šaltasis šampavimas yra metalo apdirbimo spaudimu būdas, kai nereikalingas papildomas ruošinio kaitinimas. Šampuoti gaminiai gaunami pakankamai tikslių matmenų, mažo paviršiaus šiurkštumo, lieka nedaug metalo likučių. Taip pat yra nedidelis darbo imlumas bei detalės pagaminimo savikaina. Šis apdirbimo metodas gali būti atliekamas tiek juodiesiems, tiek ir spalvotiesiems metalams bei nemetalinėms medžiagoms.

Straipsnyje bus trumpai apžvelgtos šampavimo operacijos, šampavimui naudojama įranga, šampavimo technologijos proceso projektavimo etapai bei ekspertinių sistemų taikymas.

2. Šampavimo technologijos procesas

Šampavimo operacijos. Priklausomai nuo deformavimo pobūdžio ir šampų konstrukcijos, šaltasis šampavimas skirstomas į tūrinį ir lakštinį [1].

Tūrinis šampavimas pasižymi paprastų tūrinių (cilindrinų, prizminių ir kt.) ruošinių keitimu į žymiai sudėtingesnius gaminius, kurių paviršiaus forma atitinka specializuotų instrumentų – šampų, formą [2]. Pagrindinės šaltojo tūrinio šampavimo operacijos yra: kalimas, išspaudimas, susodinimas, tūrinis formavimas.

Šiame straipsnyje bus nagrinėjamas tik šaltasis lakštinis šampavimas. Lakštinio šampavimo operacija – tai plastinės deformacijos procesas, užtikrinantis ruošinio formos pasikeitimą. Išskiriamos atidalijimo operacijos (plastinio deformavimo etapas būtinai baigiasi medžiagų atsiskyrimu) ir formos keitimo operacijos (deformavimo metu ruošinys neturi suirti, tačiau

turi būti pasiektas reikiamas deformacijos dydis, kad ruošinys įgautų reikiama formą). Taip pat gali būti taikomos ir kombinuotos operacijos.

Šaltojo lakštinio štapavimo operacijų klasifikacija pateikta 1 paveiksle [1].

Kirpimas – ruošinio dalies atskyrimas pagal neuždarą kontūrą specialiomis mašinomis – štapais arba žirkklėmis.

Iškirtimas ir pramušimas – metalo atskyrimas uždaru kontūru štapuose.

Lenkimas – kampo tarp ruošinio dalių arba kreivalinijinės ruošinio formos sudarymas.

Ištempimas – tuščiavidurio gaminio pagaminimas iš plokščio arba tuščiavidurio ruošinio.

Atbortavimas – centrinės ruošinio su skylė dalies išspaudimas į matricą, kad būtų gauta briauna.

Apspaudimas – tuščiavidurio ruošinio galinės dalies skerspjūvio perimetro sumažinimas.

Reljefinis formavimas – vietinis deformavimas mažinant ruošinio storį, kad būtų gautas reljefas [3].

Štapavimui naudojama įranga. *Štapas* – instrumentas, skirtas reikalingos formos detalei suteikimui, kuomet ruošinys plastiškai deformuojamas arba atskiriamas į kelias dalis. Kiekvieno tipo detalei



1 pav. Šaltojo lakštinio štapavimo operacijų klasifikacijos schema

reikalingas atskiras šampas. Jo konstrukcija priklauso nuo ruošinio tipo (rūšiniai arba lakštiniai valcuotieji gaminiai), mašinų, naudojamų šampavimui, tipo (kūjis, presas), atliekamų operacijų pobūdžio, gamybos serijiškumo ir t. t. [4].

Šaltojo šampavimo šampai gali būti klasifikuojami pagal du pagrindinius požymius [3]:

- 1) technologijos (pagal operacijų rūšį ir suderinimą);
- 2) gamybos tipą (serijiškumą).

Pagal konstruktyvų požymį šampai skirstomi į šampus be kreipiančių ir į šampus su kreipiančiosiomis [1].

Pagal technologijos požymį šampai skirstomi į grupes pagal atliekamų operacijų rūšį.

Pagal gamybos tipą šampai skirstomi į šias grupes: a) masinei; b) stambiaserijinei; c) smulkiaserijinei ir vienetinei gamybai. Kaip ir šampavimo operacijos, šampai skirstomi į atidalijimo, keičiančius formą ir kombinuotus (žr. 1 pav.)

Smulkiaserijinei ir vienetinei gamybai skirti šampai yra paprastos konstrukcijos, universalūs, palyginti nebrangūs, tačiau nedidelio našumo.

Masinės ir stambiaserijinės gamybos šampai yra sudėtingesnės konstrukcijos, didelio našumo [3].

Taip pat skiriami atviri, kuriuose tarpas tarp darbinių elementų sumažėja ruošinio deformavimo proceso metu, ir uždari šampai, kuriuose šis tarpas nesikeičia [4].

Kelių šampų konstrukcijų bei jų atliekamų operacijų pavyzdžiai pateikti 1 lentelėje [5].

Standartiniai šampų elementai — šampų plokštės, kreipiančiosios kolonėlės, kreipiančiosios įvorės, nuėmėjai, spaudikliai, gaudytuvai, sraigčiai, varžtai bei spyruoklės. Nestandartiniai (gaminami) šampų elementai — puansonų laikiklis, padėklas po puansonu, atrama, kaiščiai, stumtuvai, kreipiamosios jungiamosios plokštelės. Matricos ir puansonai gali būti tiek standartiniai, tiek ir nestandartiniai.

Presas — statinio veikimo mašina, skirta medžiagų apdirbimui spaudimu.

Šaltojo metalų šampavimo ir apdirbimo įrengimus galima suskirstyti į šias grupes [7]:

- 1) mechaniniai presai (ekscentriniai, alkūniniai, sraigtiniai, svirtiniai — alkūniniai ir frikciniai presai);
- 2) hidrauliniai presai;
- 3) presai ir staklės serijinei gamybai (universalūs kiaurymių kirtimo presai, universalios spaudimo ir apkirpimo staklės);
- 4) specialios mašinos bei automatai, skardos apdirbimo staklių ir mašinų grupė.

1 lentelė. Štampų konstrukcijos ir jų atliekamos operacijos

Štampo konstrukcija	Atliekamos operacijos	Tipinės konstrukcijos
Atidalijimo		
Sutapdintieji	Iškirtimas – pramušimas	Su apvaliu ir stačiakampiu paketu
Nuoseklieji	Iškirtimas, nupjovimas, pramušimas, apkirpimas, formavimas, atbortavimas, įkirpimas su lenkimu	Su vienu arba dviem peiliais, su žingsniniu atremčiu
Pramušiamieji	Pramušimas ir kampų apkapojimas, formavimas, atbortavimas, įkirpimas su lenkimu	Su viršutiniu spaudikliu
Formavimo		
Ištempiamieji	Sukinio tipo detalių ir stačiakampių dėžių ištempimas	Su vientisa arba sekcijine matrica ir puansonu
Lenkiamieji	Vienakampis Z, V, U, Π, Γ ir _/ formos detalių, kilpų ir apkabų lenkimas	Su stumtuvu
Kombinuotieji		
Ištempiamieji	Iškirtimas – ištempimas Iškirtimas – ištempimas – pramušimas Ištempimas – flanšo apkirpimas	Su vientisa arba sekcijine matrica ir puansonu

Hidraulinių presų veikimas pagrįstas slankiklio, kurį veikia skysčio (vandens, emulsijos, alyvos) slėgis, judėjimu. Skystis, patekęs į darbinį cilindrą, perstumia plunžerį, kuris susietas su slankikliu. Sraigtiniame prese naudojamas sraigtinis špindelis su nesavistabdžiu sriegiu, kuris perduoda judesį slankikliui. Špindelui judesį suteikia arba elektros variklis per frikcinę pavarą (frikciniai presai), arba skysčio slėgis (hidrauliniai – sraigtiniai presai). Pagal paskirtį presai gali būti su vertikaliu (pavyzdžiui, štampavimui) arba horizontaliu (presavimui) slankiklio judesiu. Patys galingiausi yra hidrauliniai presai, pasiekiantys iki 735 MN apkrovą [6].

Štampavimo technologijos proceso projektavimo etapai bei jų uždaviniai. Štampavimo proceso projektavimas susideda iš šių dalių [10]:

- operacijų skaičiaus parinkimas;
- preso parinkimas;
- detalių išsidėstymo ant ruošinio numatymas;
- štampo projektavimas.

Štampavimo proceso operacijų skaičius priklauso nuo štampuojamos detalės. Tarkime, jei detalėje nėra skylių, tai jos štampavimui užteks kelių operacijų. Jei detalė dar bus ir lenkta, tai atitinkamai padidės ir operacijų skaičius. Taigi, parenkant operacijų skaičių, reikia atsižvelgti į detalės formą.

Presas parenkamas pagal šiuos požymius [1]:

- a) preso tipas ir slankiklio eigos dydis turi atitikti technologinę operaciją;
- b) nominalus preso galingumas turi būti didesnis už štampavimui atlikti reikalingą galingumą;
- c) presas turi būti pakankamai tvirtas ir turėti padidinto tikslumo kreipiančiąsias;
- d) bendras preso aukštis turi atitikti arba būti didesnis už štampos aukštį;
- e) preso stalo ir slankiklio gabaritiniai matmenys turi būti tokie, kad štampos tvirtinimas ir ruošinių padavimas būtų atliekami nesudėtingai;
- f) preso eigų skaičius turi užtikrinti pakankamai aukštą štampavimo našumą.

Prieš pradedant projektuoti šampą, reikia apsvarstyti sekančius punktus [8]:

1. Štampuotos detalės brėžinys. Jame turi būti nurodytos matmenų tolerancijos, metalo juostos, iš kurios bus štampuojama, plotis bei medžiagos markė.
2. Štampos konstrukcija (sutapdinto veikimo, su viršutiniu spaudikliu, su standžiu nuėmikliu).
3. Preso modelis ir jo charakteristikos: slankiklio eiga, preso aukštis, stalo matmenys.
4. Pastūmos tipas – rankinė pastūma, vienetinė pastūma, automatinė pastūma.
5. Štampuotų detalių poreikis.

Bendra štampuotos detalės kaina susideda iš medžiagos, įrankių ir apdirbimo kainos [10]:

$$C_{\Sigma} = C_M + \frac{C_D}{N} + C_P; \quad (1)$$

čia C_{Σ} – bendra štampuotos detalės kaina, Lt; C_M – medžiagos kaina, Lt; C_D – štampos kaina, Lt; N – gamybos apimtis; C_P – apdirbimo kaina, Lt.

3. Ekspertinių sistemų taikymas

Ekspertinė sistema – tai kompiuterinė programa, daranti išvadas arba sprendžianti tam tikros srities uždavinius. Ji naudoja žinias ir analizės taisyklėmis, apibrėžtomis tos srities ekspertų. Duomenų bazių programos tik išskviečia ir pateikia duomenų bazėje laikomus duomenis tokius, kokie jie yra, o ekspertinė sistema analizuoja duomenis ir pateikia išvadą.

Ekspertines sistemas sudaro tokios tarpusavyje susijusios dalys arba moduliai:

- žinių įvedimo modulis;
- žinių bazė, kurią sudaro dvi atskiros dalys: faktų ir taisyklių bazė;
- išvadų generatorius;
- vartotojo ryšio su sistema modulis.

Žinių įvedimo modulis padeda įvesti į kompiuterio atmintį faktus ir taisykles, kurie turi priklausyti siaurai sričiai, kuriai projektuojama sistema.

Žinių bazė, kurią sudaro faktai ir taisyklės, nėra pastovi, ji visą laiką papildoma naujais faktais ir taisyklėmis. Kai kurios iš jų taip pat gali būti panaikintos arba pakeistos. Taigi žinių bazė turi būti nuolat atnaujinama.

Faktai ir taisyklės, pradiniai duomenys įvedami į kitą modulį, išvadų generatorių. Jis jungia faktus, užrašytus bazėje su atitinkamomis taisyklėmis, užrašytais taisyklių bazėje. Taip susidaro nauji faktai, kurie savo ruožtu užrašomi faktų bazėje.

Paskutinioji ekspertinės sistemos dalis — tai ryšio su vartotojais modulis. Jis įgalina vesti vartotojo ir sistemos dialogą, pateikiant klausimus ir gaunant atsakymus [9].

Šio darbo vienas iš uždavinių yra gaminamos detalės savikainos prognozavimas ankstyvoje projektavimo stadijoje. Į tą savikainą įeina ir štampos darbinį dalių (matricos bei puansono) gamybos išlaidos.

Yra trys galimi matricų bei puansonų gamybos procesai [10]:

- a) mechaninis apdirbimas + terminis apdorojimas + šlifavimas;
- b) mechaninis apdirbimas + terminis apdorojimas + elektroerozinis apdirbimas (viela);
- c) elektroerozinis apdirbimas (viela) + terminis apdorojimas + šlifavimas.

Naudojant mechaninį apdirbimą ir šlifavimą, gamybos kaina apskaičiuojama pagal formulę:

$$C = V \cdot t_m + P \cdot t_g; \quad (2)$$

čia C – gamybos kaina, Lt; V – nuimamos medžiagos tūris, mm^3 ; P – šlifuojamo paviršiaus perimetras, mm; t_m – mechaninio apdirbimo operacijų tarifas, Lt/mm^3 ; t_g – šlifavimo operacijos tarifas, Lt/mm .

Elektroerozinio apdirbimo (viela) kaina

$$C = A \cdot t_w \cdot K_p; \quad (3)$$

čia A – pjaunamo paviršiaus plotas, mm^2 ; t_w – tarifas, Lt/mm^2 ; K_p – pataisos koeficientas.

Pataisos koeficientas

$$K_p = \frac{L_\Sigma}{L_R + 0.35 \cdot L_C}; \quad (4)$$

čia L_Σ – bendras įrankio judėjimo kelias, mm; L_R – tiesialinijinis įrankio judėjimo kelias, mm; L_C – kreivalinijinis įrankio judėjimo kelias, mm.

Tolesnių tyrimų tikslas yra nustatyti pateiktų šampų darbinių dalių pagaminimo kainos skaičiavimo formulių taikymo galimybę. Pirminiai rezultatai [10] parodė, kad būtina atlikti pateiktų formulių patikslinimus, t.y. reikalingi pataisos koeficientai, įvertinantys gaminamų detalių konstrukcinių elementų kiekybinius bei kokybinius parametrus.

Literatūra

1. **Романовский В.П.** Справочник по холодной штамповке. – Машиностроение, 1979. –520 с.
2. Ковка и объемная штамповка стали. Справочник, под ред. М. В. Сторожева. 1 том. –Москва, 1967. –431 с.
3. Firmos „ПромТехСервис“ puslapis <http://traub.ru/makestamp.html> (žiūrėta 2008.04.15).
4. **Скворцов Г.Д.**, Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. – Москва, 1972. –360 с.
5. Kompanijos „Топ Системы“ puslapis <http://www.tfex.ru/products> (žiūrėta 2008.04.15).
6. **Живов Л.И., Овчинников А.Г.**, Кузнечно–штамповочное оборудование. Прессы. – Киев, 1981. –376 с.
7. **Kumpikas L.** Metalų apdirbimas spaudimu. –Vilnius, 1957. –508 p.
8. Firmos „ПромТехСервис“ puslapis <http://traub.ru/projectstamp.html> (žiūrėta 2008.04.15).
9. Enciklopedija http://lt.wikipedia.org/wiki/Ekspertin%C4%97_sistema (žiūrėta 2008.04.15).
10. **Česnulevičius A., Bargelis A., Garuckas D., Kaminskas V.** Optimum process development of operating parts the blanking dies. Proceedings of 13th International Conference. Mechanika, 2008. –6 p.

AVARIJOSE SUGADINTŲ AUTOMOBILIŲ KĖBULO ATSTATYMO BŪDŲ TOBULINIMAS

R. Mickevičius

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: automobilių kėbulo remontas, avarijose sugadintų automobilio kėbulo atstatymo būdai.

1. Įvadas

Sparčiai vystantis automobilių pramonei, visuomenėje ženkliai auga bendras automobilizacijos lygis, keliuose didėja automobilių skaičius. Šis augimas sukelia vis didesnę eismo įvykių skaičių, kurių metu vienaip ar kitaip apgadinami automobiliai. Todėl vis didesnę dėmesį reikia skirti automobilių kėbulų priežiūrai bei remontui.

Transporto priemonės remontas – tai ilgas ir sudėtingas procesas, reikalaujantis tikslumo, kruopštumo bei atsakomybės. Augant apgadintų transporto priemonių pasiūlai ir eismo įvykių skaičiui o kartu ir atstatymo darbų apimčiai, kyla būtinybė remonto darbų modernizavimui ir optimizavimui. Šis klausimas labai aktualus, nes tai susiję su žmonių sveikata ir gyvybėmis, kurios gali būti prarastos dėl nekvalifikuotai ir nekokybiškai atliktų darbų.

2. Automobilio kėbulų konstrukcijos analizė

Galima išskirti du automobilio kėbulo tipus: tuos, kurie yra montuojami ant atskiro rėmo ir tuos, kuriuose apatinė rėmo dalis yra integralinė kėbulo sandaros dalis. Šiuolaikiniai, masiškai gaminami automobiliai beveik visiškai perėjo nuo įprastinės atskirų rėmo ir kėbulo junginių prie integralinių konstrukcijų (nešančių kėbulų konstrukcijų). Šiuos pokyčius iššaukė siekimas sumažinti bendrą automobilio svorį bei savikainą [1].

2.1 Automobilių kėbulų tipai

Automobiliai klasifikuojami pagal paskirtį, pravažumą, kėbulo ir rėmo tipą, tiltų skaičių, variklio tipą ir kitus požymius. Vieningos

pasaulyje klasifikavimo sistemos nėra. Kiekviena automobilius gaminanti šalis turi savo klasifikavimo kriterijus.

Pagal kėbulo tipą lengvieji automobiliai vadinami (1 pav.) arklinių karietų prancūziškais ir angliškais pavadinimais.

Sedanas - tai uždaras automobilis su dviem ar trimis sėdynių eilėmis, dvejomis ar ketveriomis šoninėmis durimis.

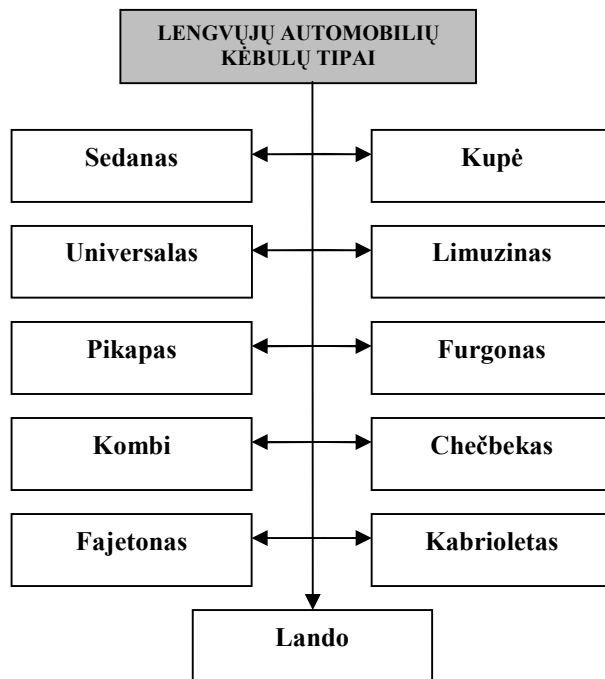
Kupė - uždaras dviejų durų automobilis su viena eile judamų ir viena eile nejudamų sėdynių.

Universalus - uždaras automobilis su ketveriomis durimis šonuose ir vieneriomis - užpakalyje, dviem sėdynių eilėmis, prailginta užpakaline dalimi bagažinei. Dažnai tokiuose automobiliuose užpakalinės sėdynės atlenkiamos į priekį ir sudaro papildomą platformą kroviniams.

Limuzinas - uždaras automobilis su ketveriomis šoninėmis durimis. Kartais tarp priekinės ir vienos ar dviejų eilių užpakalinių sėdynių daroma pertvara.

Pikapas - tai automobilis su uždara vienos ar trejų - jų vietų kabina keleiviams, viena sėdynių eile ir dvejomis durimis šonuose bei atvira dėžė kroviniams.

Furgonas - tas pats, kaip ir pikapas, tik turi uždara dėžę kroviniams.



1 pav. Lengvųjų automobilių kėbulų tipai [3]

Kombi - uždaras automobilis su dviem sėdynių eilėmis ir ketveriomis durimis šonuose bei vienomis užpakalyje. Jame pailginta užpakalinė nuožulni dalis bagažinei. Tai tarpinis automobilis tarp sedano ir universalo. Atlenkus užpakalinę sėdynių eilę, sudaroma platforma kroviniams.

Chečbekas - dviejų dalių automobilis (varikliui skirta dalis ir keleiviams, nėra bagažinei skirtos dalies) su viena ar dviem sėdynių eilėmis, dviem ar keturiomis durimis šonuose ir vienomis užpakalyje. Čia bagažas dedamas keleivių salono užpakalinėje dalyje, todėl automobilis būna trumpesnis.

Fajetonas - tai automobilis, kuriame įtaisytos dvi ar trys sėdynių eilės, dvi ar keturios šoninės ir vienos užpakalinės durys su brezentiniu atidaromu viršumi bei šonais.

Kabrioletas -tai automobilis, kuriame yra viena ar dvi sėdynių eilės, vienerios ar dvi šoninės durys ir brezentinis atidengiamas viršus.

Lando -naudojamas retai. Jame įtaisytos dvi sėdynių eilės, ketverios šoninės durys ir atidaromas viršus ties antrąja sėdynių eile [2].

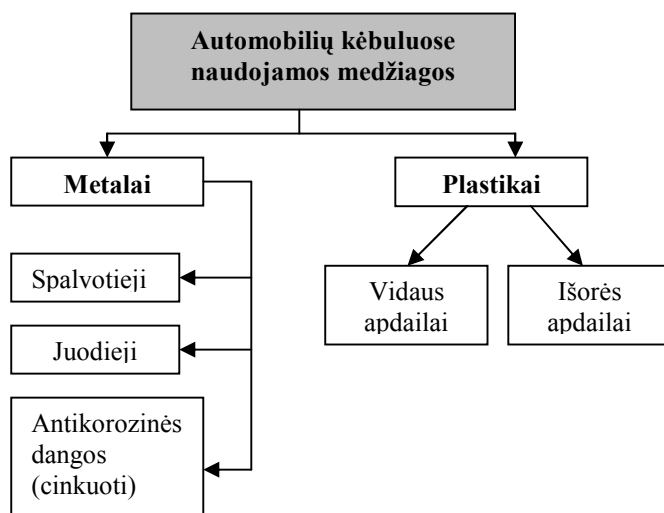
2.2. Automobilių kėbuluose naudojamos medžiagos

Šiuo metu inžinieriai jau pakankamai išstobulino įvairių automobilių tipų laikančiųjų konstrukcijų geometriją, kuri naudojant tradicines medžiagas yra optimali stiprumo ir standumo požiūriu. Technologai naudoja vis pažangesnius apdirbimo ir sujungimo būdus, todėl siekiant optimalumo ieškoma naujų konstrukcinių medžiagų, kurios pasižymi maža mase, pakankamu standumu ir stiprumu, technologiškumu, reikiamomis eksploatacinėmis savybėmis ir ne itin aukšta kaina. Nors šiuo metu didžioji dalis laikančiųjų konstrukcijų gaminamos iš metalų ir įvairių lydinų, vietoje jų vis dažniau pradedama naudoti įvairius plastikus (2 pav.), polimerus, kompozicines medžiagas.

Automobilių pramonėje naudojama daug įvairių rūšių plienų. Pagrindiniams konstrukciniams elementams naudojami mažo anglingumo plienai. Specialiai pagaminti silpnai legiruoti plienai naudojami didelį plotą sudarantiems elementams, kurie yra formuojami sudėtingais būdais. Kėbulams gaminti daugumoje naudojami cinkuotos plieno skardos lakštai. Praktiškai iki 1990 metų visų automobilių laikančiųjų kėbulų elementai buvo gaminami iš nestipraus plastiško plieno lakštų šampavimo būdu. Elementai tarpusavyje buvo sujungiami taškiniu suvirinimu. Reikia pastebėti, kad plastiško nestipraus plieno naudojimas laikančiojo kėbulo gamybai nebuvo labai vykęs, nes norint užtikrinti pakankamą kėbulo standumą, būtina naudoti storesnius plieno lakštus. Tam, kad gauti pakankamai stiprų taškinį elementų sujungimą, reikalaujama, kad plieno lakštų storis būtų nemažesnis nei 0,9 mm, be to, būtina suformuoti technologines briaunas, kurių pagalba elementai

būtų jungiami tarpusavyje. Storesnių plieno lakštų naudojimas, taškinis suvirinimas ir papildomų saugumo elementų įdiegimas konstruktoriams leido pasiekti pakankamą laikančiųjų konstrukcijų standumą ir stiprumą saugumo požiūriu, tačiau visa tai labai padidino laikančiosios konstrukcijos masę. Padidėjusi kėbulo masė nulėmė didesnes kuro sąnaudas, prastesnę automobilio dinamiką, didesnius kėbulo pokrypius posūkių metu, todėl konstruktoriai buvo priversti ieškoti kitų geresnių mechaninių charakteristikų laikančiųjų kėbulų gamybai tinkančių konstrukcinių medžiagų ir naujų konstrukcinių elementų formavimo bei tarpusavio jungimo technologijų. Konstruktoriai ir technologai pastaruoju metu laikančiųjų konstrukcijų gamybai pradėjo naudoti mažai legiruotus mažaanglius stiprius, bet kartu ir pakankamai plastiškus plienus.

Siekimas dar daugiau palengvinti automobilių konstrukcijas iš vienos pusės ir senkančios metalų atsargos iš kitos pusės, verčia ieškoti alternatyvų metalams. Čia į pagalbą ateina plastmasės (2 pav.). Plačiaja prasme terminas „plastmasė“ apibrėžia organines medžiagas, sudarytas polimerų pagrindu, kurie gali būti gaunami ar perdirbant natūralius produktus, ar sintetuojant pirmines chemines medžiagas iš naftos, gamtinių dujų ar anglies [4]. Visos plastmasės skirstomos į dvi pagrindines grupes: termoplastinės, kurios kaitinamos suminkštėja, o aušdamos sukietėja, išlaikydamos joms suteiktą pavidalą, ir termoreaktyvinės, kurios suminkštėja tik vieną kartą, gaminant detales. Pakartotinai kaitinant jos jau nesuminkštėja.



2 pav. Automobilių kėbuluose naudojamos medžiagos

3. Automobilių kėbulų gedimai

Galima sakyti tai, kad ne visuomet yra galimas automobilio kėbulo geometrijos atkūrimas. Ir tai susiję ne vien su ekonomišku. Saugumas turi būti svarbiausias faktorius, nulemiantis remonto galimumą. Gaila, tačiau šis faktorius neretai yra ignoruojamas, kritiško būvio automobiliai visgi yra remontuojami.

Automobilių kėbulų gedimai gali būti skirstomi į:

- gedimai dėl gamybos klaidų;
- kėbulų gedimai dėl avarijų;
- remonto klaidos.

Profesionalus remontas turi būti atliekamas specializuotose įmonėse, kur griežtai laikomasi būtinų reikalavimų [2]. Remontui turi būti naudojami progresyvių metodai ir technologijos, naujausia moderni įranga, sertifikuotos medžiagos, darbus privalo atlikti tik aukštos kvalifikacijos specialistai.

4. Išvados

Kėbulų remonto darbus atliekantys darbuotojai privalo gerai žinoti gamybos metodus, naujų medžiagų įdiegimo tendencijas, kad galėtų optimaliai pritaikyti neišvengiamai augančioms remontų apimtims turimus resursus ir juos racionaliai atnaujinti. Esant gausiai šiuolaikinių remonto technologijų pasiūlai, visada galima pasirinkti pačią tinkamiausią pagal konkretų pažeidimo, sužalojimo ar defekto lygį ir pobūdį. Taip pat iš ne mažiau gausios pasiūlos galima pasirinkti ir optimalią remonto bei atstatymo įrangą. Pasirinkimą lemia galimų tam skirti lėšų kiekis, atliekamų darbų kryptis bei mastai, turima gamybinė potenciala.

Literatūra

1. **Giedra K., Kirka A., Slavinskas S.** Automobiliai. -Kaunas, 2006. -536 p.
2. **Вильжер И., Николя Ж.П.** Технология ремонта кузовов легковых автомобилей. -Москва, 1988.
3. **Синельников А.Ф., Штоль Ю.Л., Скрипников С.А.** Кузова легковых автомобилей. -Москва, 1999.
4. **Maršaitis D., Žukauskas A.** Naujausios kėbulų remonto technologijos. -Vilnius, 2006.

DVIRAČIŲ TRANSPORTO PRIEMONIŲ HIBRIDINIS VARYTUVAS

H. Vaitkūnas

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: Transporto priemonė, „Segway“, hibridinis varytuvas, projektavimas.

1. Įvadas

Automobilių skaičius pasaulyje didėja, todėl pagrindiniu energijos šaltiniu varančiu transporto priemones išlieka vidaus degimo varikliai. Vystant energijos taupymo programas ir dėl didėjančių ekologinių reikalavimų daug dėmesio skiriama hibridinėms transporto priemonėms, kurių jėgos agregatą sudaro vidaus degimo ir elektros varikliai. Hibridinės pavaros privalumai pasireiškia tuo, kad dalis, stabdymo metu, išsiskiriančios energijos gali būti sukaupta akumuliatorių baterijose. Naudojant hibridines pavaras sumažėja degalų sunaudojimas miesto sąlygomis važiuojant piko valandomis, kuomet gali veikti tik elektros variklis naudodamas sukaupią energiją akumuliatorių baterijose. Hibridinių pavarų jėgos agregatai sumontuoti viename mazge leidžia perduoti pagalbą sinchronizuoti vidaus degimo ir elektros variklio darbą bei perskirstyti mechaninės energijos srautus, priklausomai nuo hibridinės pavaros darbo režimo.

Darbo tikslas. Panagrinėti energetinius šaltinius bei dviračių transporto priemonių varytuvus, pateikti hibridinių transporto priemonių jėgos agregatų komponuotes, projektuoti dviratės transporto priemonės hibridinį varytuvą bei atlikti jo analizę.

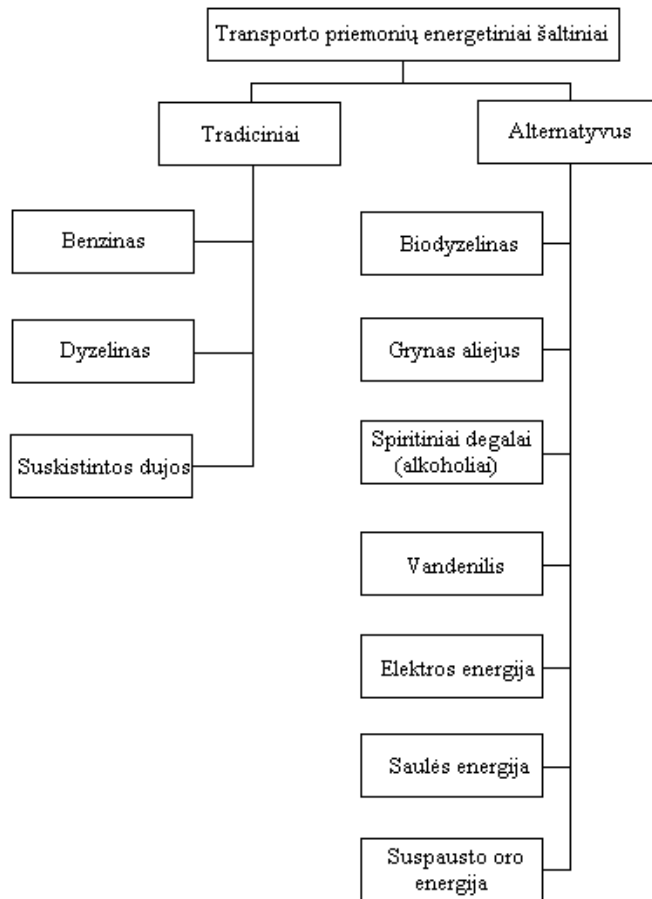
Darbo aktualumas. Darbe panagrinėjama transporto energetika, dviračių transporto priemonių varytuvai, plačiau pateikiama hibridinio varytuvo vidaus degimo variklio ir transmisijos pagrindinių parametru skaičiavimas, ir jų charakteristikos.

2. Transporto energetika

Energetika yra labai svarbus ekonominis sektorius. Stiprėjant ekonomikai didėja šiluminės energijos poreikis. Dabar naudojami degalai iš esmės nepasikeitė – tai iš naftos distiliaciniais būdais gaunami hidrokarbonatų mišiniai. Pasaulyje nuolatos didėjant energijos poreikiams, vis labiau senka

tradiciniai energijos šaltiniai. Keičiantis techninėms ir ekonominėms transporto energetikos sąlygoms, pamažu didėja gamtinių dujų, sunkiųjų naftos bitumų, anglies, degiųjų klinčių, biomasės ir kitų netradicinių žaliavų šaltinių vaidmuo vidaus degimo variklių degalų gamyboje [1].

Kuro atsargų mažėjimas ragina pasaulyje plėsti mokslinius technologinius naujų alternatyvių energijos rūšių gavimo tyrimus, pvz., biokuro, vandenilio, elektrinių, mechaninių, pneumatinių akumuliatorių ir t.t. Jų panaudojimui būtina sukurti naujais principais ir žymiai efektyviau, negu vidaus ir išorės degimo varikliai, veikiančias jėgaines.



2.1 pav. Transporto priemonių energetinių šaltinių klasifikavimo schema

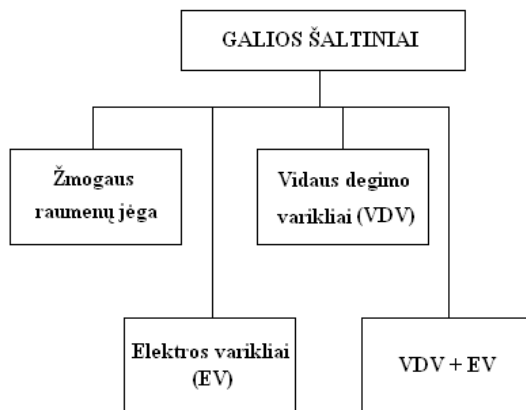
3. Dviratės transporto priemonės ir jų varytuvai

Didėjant transporto srautams miesto gatvėse ir mažėjant stovėjimo vietos parkavimo aikštelėse, vis plačiau naudojamos dviratės transporto priemonės. Iki šiol šias priemones galima buvo klasifikuoti į dviračius, mopedus ir motociklus, tačiau dabar atsirandant naujoms techninėms galimybėms pradėta naudoti dvirates transporto priemones, varomas elektros varikliais, viena tokių, tai „Segway“ [2].

Dviračių transporto priemonių judėjimo judesiui suteikti reikalingi galios šaltiniai. Priklausomai nuo dviratės transporto priemonės paskirties yra parenkamas jos varytuvas, tai gali būti vidaus degimo variklis, elektros variklis ir „hibridas“ (gali būti vidaus degimo variklis kartu su elektros varikliu).



3.1 pav. Dviratė transporto priemonė „Segway“



3.2 pav. Dviratėms transporto priemonėms naudojami galios šaltiniai

4. Dviratės transporto priemonės hibridinis varytuvas

Hibridinis varytuvas, tai transporto priemonei skirtas jėgos agregatas, kurį sudaro vidaus degimo variklis su elektros varikliu. Išskiriamos trys jėgos agregatų komponavimo schemas:

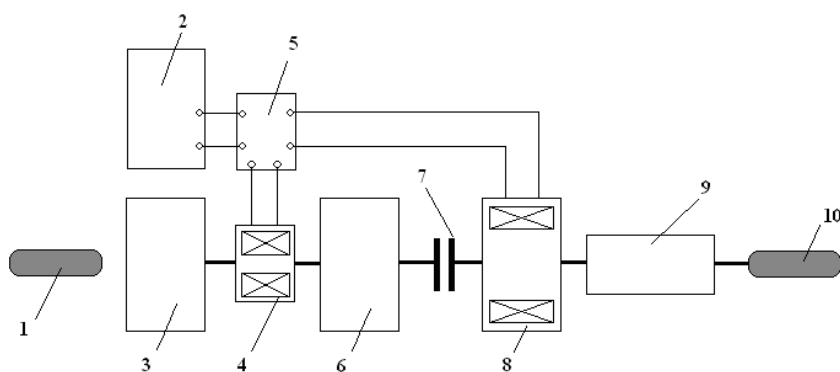
1. Lygiagreto jungimo;
2. Nuoseklaus jungimo;
3. Mišraus jungimo.

Hibridinio varytuvo projektavimui pasirinkta mišraus jungimo schema. Mišraus jungimo hibridinė pavara gaunama sujungus nuoseklaus ir lygiagreto jungimo schemas sujungus į vieną sistemą. Šioje sistemoje tikslinga naudoti planetinę perdavą, kuri dalina vidaus degimo variklio sukuriamą sukimo momentą į 30:70, kurio 30% tenka generatoriui, o 70% - ratams. Generatoriaus gaminama energija kaupiama akumuliatorių baterijose arba perduodama elektros varikliui [3].

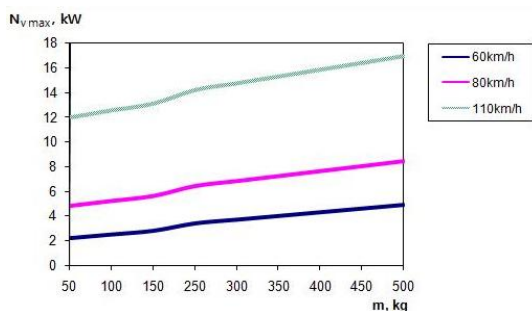
Normaliomis važiavimo sąlygomis vidaus degimo variklis suka ratus ir generatorių. Greitėjimo metu, padidėjus variklio apkrovimui, elektros variklis kaip ir lygiagreto jungimo atveju, akumuliatorių baterijose sukauptą elektros energiją eikvoja sukdamas ratą.

Projektuojant transporto priemonių variklius, važiuojant maksimaliu greičiu jų galia apskaičiuojama pagal formulę [4]:

$$N_{v \max} = (V_r + V_o) \frac{v_{\max} k_e}{1000 \eta_t} = (\psi G v_{\max} + k A v_{\max}^3) \frac{k_e}{1000 \eta_t}; \quad (4.1)$$



4.1 pav. Mišraus jungimo hibridinės pavaros schema: 1 – priekinis ratas, 2 – akumuliatorių baterijos, 3 – vidaus degimo variklis, 4 – generatorius, 5 – valdymo blokas (komutatorius), 6 – planetinė perdava, 7 – sankaba, 8 – elektros variklis, 9 – transmisija (variatorius), 10 – galinis ratas



4.2 pav. Variklio galingumo priklausomybė nuo transporto priemonės svorio, skirtingų greičių diapazone

čia $N_{v\max}$ – variklio galia važiuojant maksimaliu greičiu; V_r – riedėjimo varža; V_o – oro varža; $v_{\max}$ – didžiausias transporto priemonės greitis važiuojant aukščiausiu pavara horizontaliu keliu; $k_e = 1,1 \dots 1,2$ – koeficientas, kuriuo įvertinami galimi galios nuostoliai; η_t – transmisijos naudingumo koeficientas; $\psi = 0,025 \dots 0,035$ – kelio varžos koeficientas; G – įkrautos transporto priemonės masė, arba svorio jėga; k – oro varžos koeficientas; A – kūno projekcijos į plokštumą, statmena judėjimo kryptį, plotas.

5. Išvados

1. Būtina mažinti naftos produktus naudojamus transporto priemonėms varyti ir plačiau naudoti alternatyvius energijos šaltinius.
2. Naudoti dvirates transporto priemonės varomas žmogaus raumenų jėga, arba ekologiškai švaria energija (elektra).
3. Tikslinga mišraus jungimo schemoje naudoti planetinę perdavą.
4. Optimaliai pasirinkti dviratės transporto priemonės svorį ir greitį, atsižvelgiant kokiomis sąlygomis transporto priemonė bus naudojama.

Literatūra

1. **Gastila L.** Energija, automobiliniai degalai ir jų tausojimas. – Vilnius: Mokslas, 1998. – 228 p.
2. Super Segway. <http://www.supersegway.lt/>, 2008 m. vasaris 25 d.
3. Zjtex Electric Motor. <http://www.sinomotors.com>, 2007 m. gruodis 25d.
4. **Gastila L.** Automobiliai ir traktoriai. Teorija ir konstravimo pagrindai. – Vilnius: Mokslas, 1978. – 279p.

NETINKAMŲ EKSPLOATUOTI AUTOMOBILIŲ IR NEREIKALINGŲ TRANSPORTO EKSPLOATACINIŲ MEDŽIAGŲ UTILIZAVIMO TECHNOLOGIJOS IR PERSPEKTYVOS

J. Čiūraitė

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: automobilių utilizacija, automobilių laužo perdirbimas, netinkamų eksploatuoti automobilių ardymas.

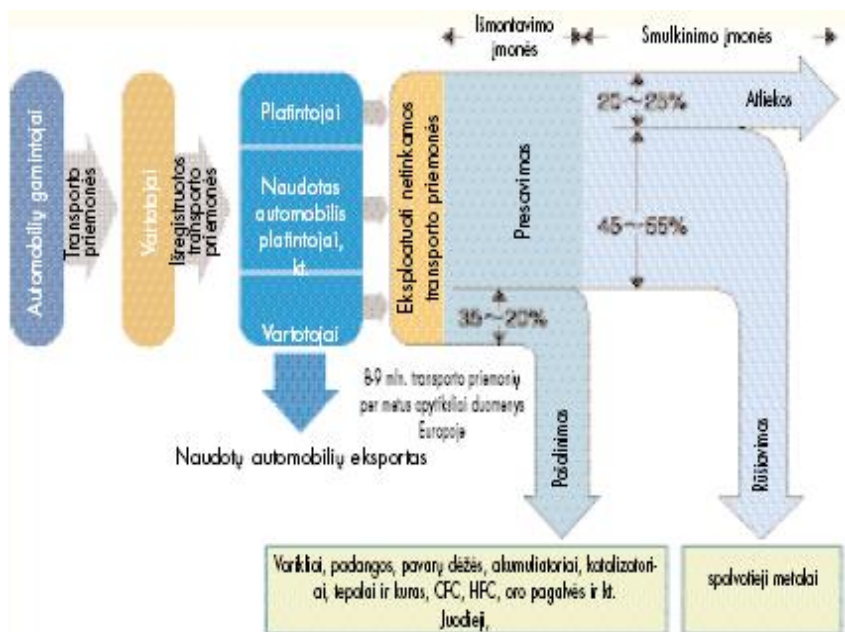
1. Įvadas

Visame pasaulyje labai sparčiai vystosi pramonė ir transportas. Didėjant produkcijos kiekiui, susidaro daug neirstančių atliekų, kurios ilgam užteršia aplinką. Viena iš jų – naudoti automobiliai.

Perdirbant automobilius, teigiamai prisidedama prie poveikio aplinkai mažinimo. Veiksmingas išteklių utilizavimas, kai nereikalingos medžiagos panaudojamos vietoj energijos šaltinių, sumažina gamtinių išteklių išsekimo bei potencialios, į sąvartynus šalinamų atliekų taršos sukeltą poveikį aplinkai. Kai kurie automobilių gamintojai domisi perdirbimo galimybėmis kiekvienu transporto priemonės gyvavimo ciklo etapu – sukūrimo, gamybos, naudojimo ir, galiausiai, automobilio sunaikinimo etapu.

2. Eksploatuoti netinkamų transporto priemonių perdirbimas

Pagamintus automobilius vartotojai naudoja tol, kol jie tampa nebetinkami naudoti. Šiuo metu perdirbama apytiksliai 75...80% eksploatuoti nebetinkamų transporto priemonių dalių, pagamintų tiek iš juodųjų, tiek iš spalvotųjų metalų. Likusieji 20...25%, kuriuos daugiausia sudaro heterogeninės medžiagos (pvz., dervos, guma, stiklas, tekstilė ir kt.), yra išmetami. Išmontavimo įmonės iš eksploatuoti netinkamų transporto priemonių visų pirma pašalina tepalus, išmontuoja variklį, pavarų dėžę, padangas, akumuliatorių, katalizinį keitiklį bei kitas paprastai perdirbamas ar pakartotinai panaudojamas dalis [6]. Smulkinimo įmonės rūšiuoja likusias juodųjų ir spalvotųjų metalų dalis, dervas. Perdirbant juoduosius ir spalvotuosius metalus, smulkintuvo atliekos šalinamos į sąvartynus. Siekiant kuo veiksmingiau išnaudoti žemės išteklius ir sumažinti išmetamų atliekų kiekį.



1 pav. Eksploatuoti netinkamų transporto priemonių sunaikinimo kelias

perdirbant automobilius turi būti stengiamasi mažinti atliekų kiekį, skatinti jų pakartotinį panaudojimą perdirbant bei siekti kuo mažesnių neperdirbamų atliekų apimčių.

Automobilio kėbulas presuojamas ir perduodamas metalo pjaustymo įmonei. Automobilio kėbulas gali virsti metalo laužu tik po to, kai nuo jo naudojant tam tikrą technologiją nuimami dažai ir lakas. Kėbulas susmulkinamas mažais kelių centimetrų gabaliukais, kuriuos vėliau galima perdirbti. Taip perdirbama beveik 80% automobilio [1].

3. Automobilių laužo perdirbimas

Nuo 1998-ųjų per metus pagaminama daugiau nei 14,5 milijonų automobilių, o 2002-aisiais bendra automobilių gamyba (įskaitant keleivinius, lengvus komercinius automobilius, sunkvežimius ir autobusus) siekė 17 milijonų vienetų. Daugiausia automobilių pagaminama Vokietijoje, Prancūzijoje, Ispanijoje, Italijoje ir Didžiojoje Britanijoje.

Pagal pateiktus duomenis, Europos Sąjungoje 1995 metais buvo naudojama apie 160 milijonų automobilių, 2001 metais šis skaičius padidėjo iki 180 milijonų vienetų. Daugiau nei 80% šių automobilių buvo naudojama

penkiose aukščiau paminėtose šalyse, kurios yra pagrindinės gamintojos. Duomenys apie didėjančią automobilių gamybą ir naudojimą rodo automobilių pramonės svarbą visuomenėje.

Naudojami automobiliai nuolatos sensta ir dalis jų kasmet išimama iš apyvartos. 2007 m. vidutinis išregistruotų lengvųjų automobilių amžius siekė 22 m. Įvairiose šalyse tai kasmet sudaro apie 4 ... 9% visų naudojamų automobilių. Dauguma šių transporto priemonių perdirbama šalyje, likusios eksportuojamos.

Automobiliams gaminti naudojamų medžiagų kiekiai kinta: mažėja juodųjų metalų, tačiau daugėja plastmasių, aliuminio. 85 procentai perdirbti skirtų automobilių dažniausiai smulkinami, likę 15 procentų supjaustomi į gabalus arba supresuojami.

Vokiškiems automobiliams gaminti naudojamų medžiagų kiekiai, procentais, pateikti 2 lentelėje.

Perdirbimo procesuose dominuoja metalo išgavimas. Dažniausiai atliekamos trijų tipų smulkinimo operacijos: pjaustymas, smulkinimas, malimas. Naudojamų tipų įrenginiai gali perdirbti apie 1,5 mln. tonų per metus. Utilizuojami automobiliai, įvairūs jų likučiai gali būti be papildomų operacijų tiekiami tiesiogiai į veikiančius plaktukinius malūnus ir smulkintuvus. Pavyzdžiui, JAV, Atlantoje (Džordžijos valstija) pastatyta ir veikia automobilių perdirbimo įmonė Newell Recycling Co, kurioje

1 lentelė. Įregistruotų ir nurašytų transporto priemonių skaičius Lietuvoje [7]

Metai	Įregistruoti automobiliai	Nurašyti automobiliai
2003 m.	101377	-
2004 m.	53878	-
2005 m.	155303	-
2006 m.	226830	36335
2007 m.	268201	155780
2008 m.	57098	23701

2 lentelė. Vokiškiems automobiliams gaminti naudojamų medžiagų vidutiniai kiekiai (procentais pagal svorį)

Medžiaga	Automobilių gamybos metai			
	1965	1985	1995	2000
Plienas, juodieji metalai	76,0	68,0	63,0	61,0
Aliuminis	2,0	4,5	6,5	7,5
Kt. spalvotieji metalai (varis, švinas, cinkas)	4,0	3,0	3,0	4,0
Plastmasės	2,0	10,0	13,0	14,0
Kitos (stiklas, guma)	16,0	14,5	14,5	13,5

neišmontuota transporto priemonė gali būti susmulkinta į skiautes per 1 minutę nuo proceso pradžios. Smulkintuvas gali perdirbti apie 100 tonų per valandą. Atsižvelgiant į juodųjų metalų rinką, automobilių perdirbimo metu galima išgauti nuo 7000 iki 9000 tonų metalo per mėnesį. Pirminio apdorojimo metu pašalinami degalų bakas, katalizinis keitiklis, oro pagalvė, akumuliatorius, padangos, tepalai, stabdžių ir šaldymo skysčiai.

Automobilių dalių nemetalines medžiagas ir skysčius dabar galima tinkamai perdirbti tikrai transporto priemonės išmontavus. Išmontavimas nereikalauja keisti esamus automobilių perdirbimo metodus, o tik pagreitina procesą. Išmontavimo linijų metodo pranašumą lemia didesnis automatizavimas. Tačiau automatizuotą išmontavimą gali pasunkinti prasta transporto priemonės būklė: korozija, užteršimas, koks nors pakenkimas dėl avarijos. Kadangi šiuolaikinių transporto priemonių agregatai bei mazgai turi daug atramų, rankinis transporto priemonių išmontavimas užima daug laiko. Reikalinga išmontavimo gamykla, kuri galėtų taikyti specifines automobilių dalių ir skysčių pašalinimo bei perdirbimo technologijas.

Metalurginio perdirbimo koncepcija buvo plėtojama Mercedes Benz AG ir Voest-Alpine Steel AG. Pirminio automobilių apdorojimo metu pašalinami automobiliniai skysčiai, varis, plastmasės, akumuliatorių baterijos, kataliziniai keitikliai. Transporto priemonės supresuojamos į blokus ir paduodamos tiesiai į lydyklą. Transporto priemonių plastmasių likučiai naudojami kaip kuras [3].

4. Nebenaudojamų automobilių perdirbimas ateityje

2000 m. rugsėjo mėn. Europos Sąjunga priėmė Eksploatuoti netinkamų transporto priemonių (ENTP) direktyvą (EB) Nr. 2000/53, kurią vadovaujantis turėtų būti mažinamas ir ribojamas atliekų kiekis, tobulinamos eksploatuoti netinkamų transporto priemonių ir jų dalių pakartotinio panaudojimo, perdirbimo bei atnaujinimo procedūros. Be to, Direktyva skatina ekologinį dizainą, perdirbtų medžiagų panaudojimą ir visų ūkio subjektų (smulkintojų, išmontuotojų), susijusių su transporto priemonės gyvavimo etapais, aplinkosauginio veiksmingumo gerinimą.

Pagrindinis šios ENTP direktyvos siekis yra į šiuokšlynus išmesti tik 5% nebenaudojamų automobilių liekanų. Joje sakoma:

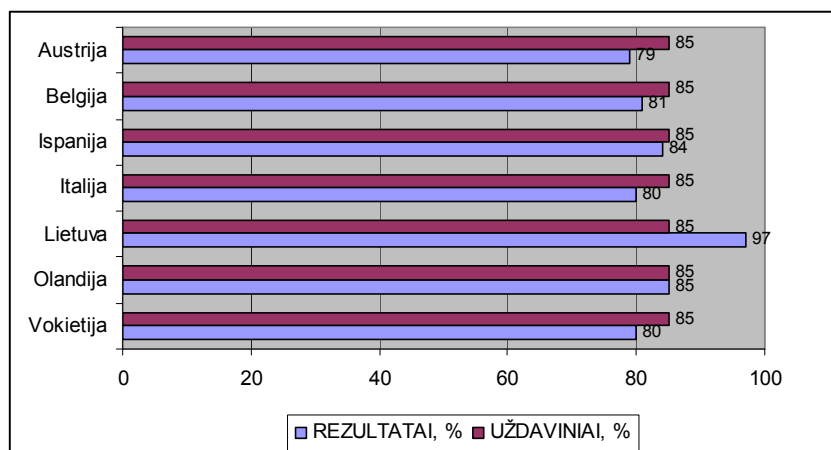
1. Šalys narės turi imtis atitinkamų veiksmų ir skatinti komponentų, tinkamų perdirbimui, perdirbimą, komponentų, kurių negalima perdirbti, atkūrimą ir leisti pasirinkti perdirbti, kai tai yra įmanoma ir jei tai nekenkia aplinkai, iš anksto nenusiteikiant prieš reikalavimus dėl automobilių saugos ir aplinkos apsaugos reikalavimus, pvz., išmetimus į orą ir triukšmo kontrolę.
2. Šalys narės turi imtis būtinų priemonių, kad užtikrintų, jog ekonomikos operatoriai siekia tokių tikslų:

- a) Ne vėliau kaip iki 2006 m. sausio 1 d. vidutiniškai ne mažiau kaip 85% padidinti visų eksploatuoti netinkamų transporto priemonių pakartotinį naudojimą ir naudojimą;
- b) Ne vėliau kaip iki 2015 m. sausio 1 d. vidutiniškai ne mažiau kaip 95% padidinti visų eksploatuoti netinkamų transporto priemonių pakartotinį naudojimą ir naudojimą.

Palyginimas, kaip sekasi įgyvendinti šiuos uždavinius Lietuvai ir kitoms ES šalims pateiktas 2 pav.

Direktyva reikalauja, kad nebenaudojamo automobilio surinkėjas ir išmontuotojas būtų sertifikuoti (turėtų licenciją), dėl to licencijuotų išmontuotojų Europos Sąjungoje skaičius žymiai išaugo, ir dabar siekia 1000 licencijuotų įmonių kiekvienoje šalyje, be to, Europos Sąjungos penkiose šalyse yra stambių automobilių gamintojų. Išmontuotojo vaidmuo yra išimti pardavimui tokias pakartotinai panaudojamas dalis kaip varikliai, pavarų dėžės ir kėbulo dalys. Pagal nebenaudojamų automobilių direktyvą, išmontuotojo svarbi veikla tampa iš automobilio pašalinti taršias medžiagas. Čia įeina skysčių pašalinimas ir tokių aplinkai kenksmingų dalių kaip akumulatorius, išėmimas. Be to, išmontuotojai yra sertifikuoti sunaikinti atliekas, kurios atsiranda šalinant taršias medžiagas (pvz., užteršimą šalinančias medžiagas). Šios užduotys išmontuotojui palengvins atitinkamą nebetinkamų naudoti kėbulų sutrupinimą ir sumažins trupintinų medžiagų kiekį, išgaunamą trupinimo operatorių [4].

Vis labiau globalizuojant ekonomiką, Europos Sąjungos direktyvos tikslai tampa svarbus klausimas pasaulinėje automobilių gamyboje.



2 pav. ENTP tvarkymo užduočių vykdymas ES šalyse 2005 metais

4. Išvados

1. Perdirbimas turi būti laikomas esminiu klausimu visais automobilio gyvavimo ciklo momentais – pradedant jo sukūrimu ir baigiant paskutiniu jo gyvavimo ciklo etapu.
2. Automobilių laužo tvarkymas prisideda prie aplinkos teršimo mažinimo, antrinių žaliavų panaudojimo ar panaudojimo vietoj energijos šaltinių.
3. Lietuvoje, kaip ir daugelyje Vakarų Europos šalių, visiškai nuvažinėti ir išleidę paskutinį kvapą automobiliai dar kurį laiką būna preke. Dalis naudoti tinkamų agregatų perdedami į kitus tos pačios markės modelius, nemaža dalis tampa antrine žaliava.
4. Šiuo metų Lietuvoje automobilių parką sudaro maždaug 1,2 mln. automobilių, iš kurių 1,1 mln. - lengvieji. Daugiau kaip 80 proc. jų - senesni nei 10 metų [5].
5. Automobilių laužo tvarkymas yra ilgas procesas ir reikalaujantis daug materialinių išteklių bei naujų technologijų.

Literatūra

1. Automobilių perdirbimas <http://www.toyota-europe.com>, (lankyta 2008-04-16)
2. Spruogis A., Jaskelevičius B. Atliekos ir jų tvarkymas, -Vilnius: Technika, 2000, 210 psl.
3. <http://www.emrltd.com> (lankyta 2008-04-10).
4. Europos Parlamento ir Tarybos Direktyva 2000 m. rugsėjo 18 d. dėl eksploatuoti netinkamų transporto priemonių http://eur-lex.europa.eu/Result.do?T1=V1&T2=2000&T3=53&RechType=RECH_consolidated&Submit=Ie%C5%A1koti (lankyta 2008-03-20).
5. Sąvartynų automobiliai <http://www.kaunodiena.lt/lt/?id=6&aid=5803> (lankyta 2008-03-20).
6. Projektas orientuotas į perdirbimą http://www.saab.lt/main/piliakalnis_ekologija.htm (lankyta 2008-04-07).
7. Transporto priemonių registravimas 2007 metais http://www.regitra.lt/index.php?Action=statist_reg_2007&node=32&node1=0&statid=menu1&s=0&f=3 (lankyta 2008-04-18).
8. Transporto priemonių registravimas 2008 metais http://www.regitra.lt/index.php?Action=statist_reg_2008&node=32&node1=0&statid=menu1&s=0&f=0 (lankyta 2008-04-18).
9. Transporto priemonių registravimas 2006 metais http://www.regitra.lt/index.php?Action=statist_reg_2006&node=32&node1=0&statid=menu1&s=0&f=6 (lankyta 2008-04-18).

AUTOMOBILIŲ PATIKIMUMO ĮVERTINIMAS

A. Mickevičiūtė

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: automobilių patikimumas, automobilių saugos elementai, Europos naujų automobilių patikimumo programa (Euro NCAP).

1. Įvadas

Be teigiamo poveikio ekonomikai, transportas turi žalingą poveikį aplinkai bei visuomenei. Daug žalos padaro kelių eismo įvykiai, kuriuose žūsta ir sužalojami žmonės, sudaužomos transporto priemonės, teršiama aplinka (išsilieja degalai, alyvos, transportuojamos medžiagos ir kt.). Pasaulyje kasmet eismo įvykiuose žūsta iki 500 000 žmonių, 15 ... 20 mln. sužalojami. Kitaip tariant, kas diena pasaulyje žūsta daugiau kaip 1400 žmonių ir daugiau kaip 40 000 yra sužalojami.

Spartūs automobilizacijos augimo tempai sukelia vis daugiau eismo problemų. Saugaus eismo užtikrinimas – viena iš svarbiausių kelių transporto problemų. Nuo 1982 iki 2005 metų šalyje įvyko apie 128 790 eismo įvykių. Juose žuvo 18 976 žmonės, dar apie 138 997 sužaloti. 2006 metais šalies keliuose žuvo 759 žmogus, 2007 m. – 739. Metiniai kelių eismo įvykių nuostoliai šalyje sudaro apie 1,6 mlrd. litų. Santykiniai šalies kelių transporto avaringumo rodikliai yra keleta kartų blogesni nei kitų išsivysčiusių šalių [8].

2. Automobilių klasifikavimas

Automobiliai klasifikuojami pagal paskirtį, pravažumą, kėbulo ir rėmo tipą, tiltų skaičių, variklio tipą ir kitus požymius. Vieningos pasaulyje klasifikavimo sistemos nėra. Kiekviena automobilius gaminanti šalis turi savo klasifikavimo kriterijus.

Pagal europinę sistemą lengvieji automobiliai skirstomi į klases; A - mini. (mikro), B - mažuosius, C - kompaktiškuosius, D - vidutinius, E - didelius, F – reprezentacinius. Atsižvelgiam į kėbulo tipą bei pravažumą įtraukiamos grupės: G - kupė, H - kabrioletai ir rodsteriai, I - visureigiai ir J - mini venai (furgonai) [4]. Nustatant klasę, svarbiausiu parametru imami automobilio gabaritiniai matmenys. Kiekviena klasė pagal automobilio vidaus konstrukciją ir įrangą bei komfortą dar skirstoma į segmentus [1].

1 lentelė. Automobilių klasifikavimo grupės [9]

Klasifikacinė grupė	Automobilio ilgis metrais	Automobilio bazė metrais	Segmentai
A – Mini	iki 3,65	iki 2,40	
B – Maži	3,65 – 3,85	2,30 – 2,50	B1 miesto, B2 šeimyniniai
C –Kompaktiški	3,85 – 4,35	2,45 – 2,60	C1 asmeniniai, C2 šeimyniniai.
D1 – Vidutiniai	4,35 – 4,70	2,55 – 2,70	C3 prestižiniai kompaktiški, D1 šeimyniniai.
D2 –Prestižiniai vidutiniai	4,40 – 4,75	2,60 – 2,75	D2
E1 – Dideli	4,70 – 4,90	2,65 – 2,80	E1 verslo
E2 – Prestižiniai dideli	4,75 – 5,00	2,70 – 2,90	E2 verslo prestižiniai
F – Reprezentaciniai	per 5,00	per 2,90	
G – Kupė			G1 maži, G2 prabangūs, G3 sportiniai.
H – Kabrioletai ir rodsteriai			H1 kabrioletai, H2 rodsteriai.
I – Visureigiai			I1 mini, I2 „plento“, I3 „tikri“.
J – Vienatūriai	Aukštis per 1,85		J1 kompaktiški, J2 vidutiniai, J3 dideli.

Daugelį automobilių galima suskirstyti į grupes (žr. 1 lent.). Bet yra ir tokių, kurių negalima priskirti konkrečiai grupei. Tokie automobiliai dažniausiai vadinami ribiniais. Todėl tokiais atvejais pats gamintojas nurodo klasę kuriai priklauso automobilis [9].

3. Automobilių rinkos analizė

Šiuo metu 75 proc. lengvųjų automobilių Lietuvoje senesni nei 10 metų, o vidutinis automobilių amžius – 14 metų.

„Auto Tyrimų“ duomenimis, gautais pagal ES reglamentuotą metodiką išanalizavus ir apibendrinus „Regitros“ (Lietuva), CSDD (Latvija) ir ARK (Estija) pateiktus pradinius duomenis, 2008 metų vasario mėnesį Lietuva tapo didžiausia regiono naujų automobilių rinka [6].

Vasarį Lietuvoje įregistruoti 2537 lengvieji automobiliai, t.y. net 76 proc. daugiau, nei prieš metus (2 lent.) Tuo tarpu Latvijoje registravimas smuktelėjo 26 proc. iki 2069 vnt., o Estijoje – padidėjo vos 0,3 proc. iki 2480 vienetų.

Vasarį Lietuvoje asmeninių automobilių registravimas išaugo 90 proc., o lengvųjų komercinių – padidėjo 20 procentų. Latvijoje tiek asmeninių, tiek ir lengvųjų komercinių automobilių registravimas smuko po 26 procentus atitinkamai. Tuo tarpu Estijoje asmeninių automobilių registravimas ūgtelėjo 3 procentais, o lengvųjų komercinių – smuko 17 procentų.

Lygindami antrą ir trečią lenteles matome, kad ir kiek procentų padidėtų naujų automobilių įsigijimas Lietuva vis viena lieka viena iš lyderių Baltijos šalyse įsivežant į šalį nenaujas transporto priemones.

Lietuva yra viena iš nedaugelio Europos šalių į kuria įvežami nenauji ir dažniausiai smarkiai po avarijų apgadinti automobiliai. Todėl iš 3 lentelėje matomu skaičių negalime teikti, kad tie automobiliai sutvarkomi ir yra eksploatuojami Lietuvoje. Dažniausiai jie sutvarkomi ir parduodami į Rusiją ar kitas buvusias po sovietines šalis.

2 lentelė. Transporto priemonių pirmasis registravimas 2007 metais [3]

Mėnuo	Pirmą kartą įregistruota Lietuvoje			
	Naudotų		Naujų	
	Iš viso	Lengvųjų automobilių	Iš viso	Lengvųjų automobilių
Sausis	14382	12785	2388	1412
Vasaris	13480	11954	2107	1088
Kovas	21827	18670	2989	1441
Balandis	20863	17350	3350	1509
Gegužė	22966	19141	4064	1972
Birželis	21562	18187	3983	2167
Liepa	22273	19409	3724	1897
Rugpjūtis	21650	18609	3687	1918
Rugsėjis	18580	16372	3322	1649
Spalis	20902	18688	3953	2276
Lapkritis	15687	13865	3581	2148
Gruodis	14197	12806	2711	1777
Viso	228342	197836	39859	21254

3 lentelė. Naujų transporto priemonių registravimas Baltijos šalyse 2008 m. kovo mėn.

Automobilio tipas	Lietuva	Latvija	Estija
Lengvieji automobiliai	2534	2088	2789
- asmeniniai automobiliai	2209	1893	2531
- lengvieji komerciniai automobiliai	325	189	258

4 lentelė. Nenaujų transporto priemonių pirmasis registravimas Baltijos šalyse 2008 m. kovo mėn.

Automobilio tipas	Lietuva	Latvija	Estija
Lengvieji automobiliai	14484	3773	2421
- asmeniniai automobiliai	14043	3584	2301
- lengvieji komerciniai automobiliai	441	189	120

4. Automobilių saugumo sistemos ir saugumo įvertinimas

Konstruktinės automobilio saugumo priemonės skirstamos į aktyviasias ir pasyviasias. Aktyviosiomis vadinamos tokios saugumo priemonės, kurios trukdo susidaryti avarinei situacijai ir įvykti avarijai. Prie jų priklauso priemonės automobilio stovumui ir vairavimui didinti, stabdymo keliui trumpinti, detalių ir mazgų patikimumui didinti, vairuotojo nuovargiui mažinti, gerinant matomumą ir automatizuojant valdymą, kondicionuojant orą kabinoje, įrengiant patogias sėdynes ir panašiai.

Pasyvios saugumo priemonės skiriamos automobilio vairuotojui, keleiviams bei pėstiesiems saugoti nuo sužalojimų avarijos metu. Svarbesnės pasyvios saugos priemonės:

Šiuo metu svarbiausieji automobilio pasyviosios saugos elementai yra šie: smūgio energiją sugeriantis, tačiau išlaikantis taip vadinamą „išlikimo erdvę“ kėbulas;

saugos diržai;

saugos oro pagalvėlės;

smūgius absorbuojantys buferiai;

metalinės sijos durelėse;

galvos atramos sėdynių atkaltėse;

kėdutės vaikams.

Svarbiausios aktyviosios saugos priemonės:

Stabdžių antiblokavimo sistema - ABS.

Traukos kontrolės sistema - TKS.

Dinamikos valdymo sistema - DVS.

Oro kondicionierius.

Sistemos, suteikiančios papildomą informaciją vairuotojui (radarai, naktinio matymo prietaisai).

Automatiniai stiklo valytuvai.

Papildomi stop signalai.

Šiuo metu automobilių gamintojai įrengia savo serijiniuose automobiliuose modernias aktyviojo (pvz., ABS-stabdžių antiblokavimosi sistema, DSTC-dinaminio stabilumo ir traukos sistema, EBD-elektroninė stabdžių slėgio paskirstymo sistema ir kt.) ir pasyviojo (pvz., priekinės ir

šoninės oro pagalvės, energiją absorbuojantis kėbulas, durelių apsaugos, inerciniai saugos diržai ir kt.) automobilių saugumo priemonės. [5]

5. Išvados

Kiekvienas vairuotojas turėtų įsisąmoninti, kad tvarkingas automobilis užtikrina jo saugumą. Kad automobiliai, „riedantys“ mūsų keliais, būtų saugesni ir techniškai tvarkingi galima pateikti tokias išvadas-pasiūlymus: Rekomenduotina naudoti daugelyje Europos šalių naudojamą techninės apžiūros periodiškumo formulę: 3+2+1. Tai reiškia, kad pirmą techninę apžiūrą naujam automobiliui būtų atliekama po 3 metų, antra - po 2, toliau - kasmet.

Griežtinti vairuotojų atsakomybę už netvarkingų transporto priemonių eksploatavimą.

Siekiant pagerinti darbų kokybę užtikrinti, kad įmonės atliekančios automobilių techninę priežiūrą ir remontą laikytųsi joms keliamų techninių reikalavimų.

Stiprinti policijos ir techninių apžiūrų stočių specialistų bendradarbiavimą tikrinant transporto priemonių techninę būklę keliuose.

Skatinti kuo naujesnių, patikimesnių ir autoavarijose neapgadintų naudotų automobilių importą.

Literatūra

1. **Giedra K., Kirka A., Slavinskas S.** Automobiliai. -Kaunas, 2006. -536 p.
2. **Vizgaitis J.** Automobilių techninė priežiūra. –Vilnius, 2001. -103 p.
3. <http://www.regitra.lt/index.php> (lankytasi 2008-04-17)
4. <http://www.laa.lt/index.php?cid=236> (lankytasi 2008-04-17)
5. <http://www.acea.be/images/uploads/files> (lankytasi 2008-04-17)
6. <http://www.autotyrimai.lt/barometras/> (lankytasi 2008-04-17)
7. <http://www.vtv.lt/naujienos/transportas> (lankytasi 2008-04-17)
8. http://tp.cargo.lt/content.php?art_id=1652 (lankytasi 2008-04-21)
9. http://www.geocities.com/n70kmh/a_klasif.html (lankytasi 2008-04-21)

SANDĖLIAVIMO KAŠTŲ PRIKLAUSOMYBĖ NUO SANDĖLIŲ RŪŠIES IR JŲ IŠSIDĖSTYMO TANKUMO

A. Pieškus, Ž. Bazaras

Kauno technologijos universiteto Panevėžio Institutas

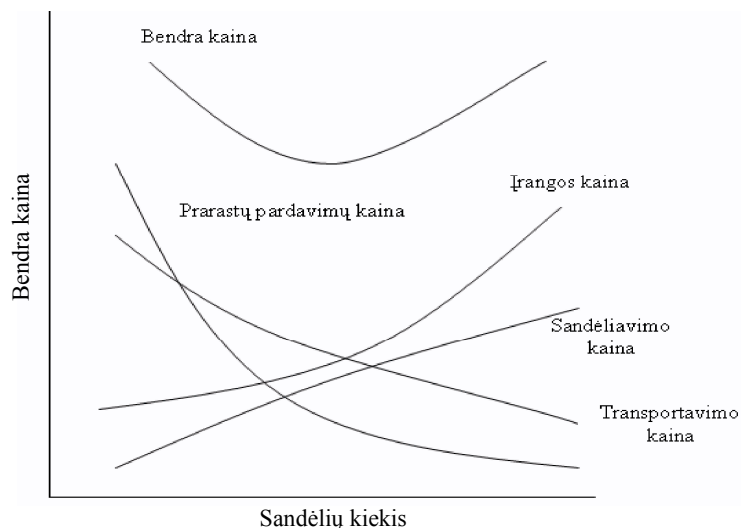
Raktiniai žodžiai: terminalas, krautuvas, kroviniai, išlaidos, sandėliavimas, kaštai.

1. Įvadas

Prekių sandėliavimo išlaidos priklauso nuo sandėlių skaičiaus, jų geografinio išdėstymo ir sandėlių plotų.

Pirmiausia įmonė turi apsispręsti, ar jai reikia turėti nuosavų sandėlių, ar tikslinga naudotis bendro naudojimo sandėliais ir terminalais, ar sandėlius nuomoti. Kita svarbi problema – sandėlių skaičiaus numatymas ir jo įtaka logistikos išlaidoms.

Šių variantų pasirinkimas arba jų atitinkama kombinacija yra viena iš pagrindinių sandėliavimo problemų.



1 pav. Logistikos išlaidų priklausomybė nuo sandėlių tinklo [1]

Lemiamas veiksnys, renkantis vieną ar kitą alternatyvą, yra sandėliavimo išlaidų minimizavimas. Didinant sandėlių skaičių, logistikos sistemos transporto išlaidos ir naudos dėl pardavimų sumažėjimo netekties vertė mažėja, tačiau tuo pat metu auga prekių atsargų sandėliavimo ir saugojimo išlaidos. Logistikos išlaidų priklausomybė nuo sandėlių tinklo funkcija pavaizduota 1 paveiksle.

2. Teritorinis sandėlių išdėstymas

Teritorinis sandėlių išsidėstymas ir jų kiekis priklauso nuo:

1. prekių srautų dydžio ir tų srautų organizavimo racionalumo;
2. logistikos paslaugų rinkos paklausos pobūdžio ir jo parametrų;
3. tiekimo regiono dydžio ir paslaugų vartotojų koncentracijos jame;
4. geografinio nuotolio nuo siuntėjo iki užsakovo;
5. komunikacijų ypatumo ir pan.

Sandėlių tinklo išdėstymo ir formavimo problema yra optimizavimo uždavinio sprendimas:

- pirma, naujų sandėlių statyba ir veikiančių pirkimas susijęs su dideliais kapitaliniais įdėjimais;
- antra, tinklas turi būti toks, kad leistų mažinti tiekimo išlaidas, kartu priartinant tiekimo paslaugas prie užsakovų.

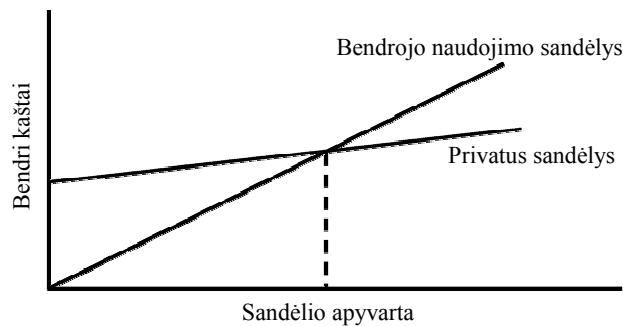
3. Sandėlio eksploatavimas

Sandėlių tinklą sudaro įmonės nuosavi ir (arba) bendro naudojimo sandėliai, kurių eksploatavimo kaštai pateikti 2 paveiksle.

Įmonės nuosavo sandėlio tikslingumo kritinis veiksnys yra stabiliai aukšta prekių apyvarta, t.y. dideli prekių atvežimo į sandėlį ir išvežimo iš sandėlio srautai. Kitas argumentas nuosavo sandėlio naudai yra plati logistikos rinka sandėlio aptarnaujamoje teritorijoje. Nuosavame sandėlyje galima sudaryti geresnes prekių saugojimo ir sandėliavimo sąlygas, išvengti nenumatytų nuostolių. Čia tikslinga diegti krovos mechanizmo priemones, kurti automatizuotas sandėliavimo sistemas, o tai didina darbuotojų darbo našumą ir sumažina sandėliavimo išlaidas saugojimo vienetui. Visa tai labai sustiprina įmonės konkurencingumą.

Pirmumą bendro naudojimo sandėliams tikslinga teikti tada, jei yra nedidelė sandėliuojamų prekių apyvarta arba saugomos sezoninės prekės. Jais pravartu naudotis ir tada, kai įmonė ateina į naujas logistikos paslaugų rinkas, kur nestabili logistikos paslaugų paklausa.

Kartais verta naudotis lizingu, t.y. nuomoti sandėlį arba jo dalį. Ekonomiškai nuoma naudinga tais atvejais, kai prekės saugomos trumpą laiką arba kai reikia atlikti sandėlio operacijas, kurioms nėra galimybių nuosavuose sandėliuose.



2 pav. Nuosavo ir bendrojo naudojimo sandėlio kaštų palyginimas [1]

Mažos ir vidutinės įmonės, dirbančios netolimosse užsienio rinkose, paprastai turi vieną sandėlį.

Stambios įmonės, veikiančios daugelyje pasaulio rinkų, privalo turėti sandėlių tinklą. Šis tinklas gali būti dviejų tipų:

1. centralizuotas – turintis centrinį sandėlį ir jo filialų tinklą,
2. decentralizuotas – sandėliai išskaidyti įvairių pasaulio šalių regionuose.

4. Sandėlio plotas

Kitas sandėliavimo sąnaudų dydžio priklausomybės aspektas susijęs su optimaliu sandėlių plotu. Tai ypač aktualu, jei disponuojama nuosavais sandėliais arba jei statomi nauji.

Bendras sandėlio plotas apima:

1. naudingą plotą – užimtą betarpiškai saugomomis prekėmis;
2. plotą, skirtą prekių priėmimo ir atleidimo aikštelėms;
3. tarnybinių plotą, skirtą kontoroms ir kitoms tarnybinėms patalpoms;
4. pagalbinį plotą, skirtą eiti ir pravažiuoti.

Bendras sandėlio plotas:

$$F_{bendr.} = F_{naud.} + F_{aikst.} + F_{tarn.} + F_{pr.}; \quad (1)$$

čia $F_{naud.}$ – naudingas sandėlio plotas; $F_{aikst.}$ – prekių priėmimo ir atleidimo aikštelių plotas; $F_{tarn.}$ – tarnybinių patalpų plotas; $F_{pr.}$ – pagalbinis patalpų plotas.

Naudingas sandėlio plotas nustatomas dviem būdais:

1. kvadratinio metro grindų ploto apkrovos metodu;
2. sandėliavimo apimties (kubatūros) užpildymo koeficiento metodu.

Skaičiuojant pagal vieno kvadratinio metro apkrovą, visą prekių atsargų svorį tonomis dalijame iš vieno kvadratinio metro grindų ploto leidžiamos apkrovos normos tonomis:

$$F_{naud.} = \frac{Q_{ats.}^{\max}}{p}; \quad (2)$$

čia $Q_{ats.}^{\max}$ – visas prekių atsargų svoris tonomis; p – vieno kvadratinio metro grindų ploto leidžiama apkrova tonomis.

Skaičiuojant pagal sandėlio apimtį (kubatinę) užpildymo koeficientą, nustatoma prekių saugojimo įrangos (lentynų, stelažų ir pan.) talpa, kurioje sukraunamas atitinkamas svoris, pagal šią formulę:

$$q_{talp.sv.} = V_{apimt.} \cdot p \cdot \beta; \quad (3)$$

čia $q_{talp.sv.}$ – atitinkamo įrenginio talpa kubiniais metrais, kurioje sukraunamas atitinkamas svoris; p – vieno kvadratinio metro grindų ploto leidžiama apkrova tonomis; $V_{apimt.}$ – atitinkamo įrenginio apimtis kubiniais metrais; β – atitinkamo įrenginio talpos užpildymo koeficientas.

Žinant planuojamų sandėliuoti prekių bendrą svorį, apskaičiuojamas reikalingų įrenginių (stelažų, lentynų) kiekis pagal šią formulę:

$$N = \frac{Q_{ats.}^{\max}}{q_{talp.sv.}}; \quad (4)$$

čia $Q_{ats.}^{\max}$ – visas prekių atsargų svoris tonomis; N – įrenginių kiekis; $q_{talp.sv.}$ – atitinkamo įrenginio talpa kubiniais metrais, kurioje sukraunamas atitinkamas svoris.

Žinodami įrenginių (lentynų, stelažų) gabaritinius išmatavimus ir jų kiekį, galime nustatyti sandėlio naudingą plotą kvadratiniais metrais pagal šią formulę:

$$F_{naud.} = L \cdot B \cdot N \quad (5)$$

arba

$$F_{naud.} = V_{apimt.} \cdot N; \quad (6)$$

$$N = \frac{Q_{ats.}^{\max}}{q_{talp.sv.}}; \quad (7)$$

čia L – atitinkamo įrenginio prekėms saugoti, ilgis metrais; B – atitinkamo įrenginio prekėms saugoti, plotis metrais; $V_{apimt.}$ – atitinkamo įrenginio apimtis kubiniais metrais [2].

4. Išvados

1. Tankėjant sandėlių išsidėstymui, prekių transportavimo kaštai proporcingai mažėja.
2. Optimalus sandėlių išsidėstymas ženkliai sumažina prarastus pardavimus.
3. Pernelyg tankus sandėlių išsidėstymas labai padidina sandėliavimo ir įrangos kaštus, tuo pačiu išauga bendros logistikos išlaidos.
4. Pastovi, stabili paklausa ir nedidelis kintamų kaštų augimas privačiuose sandėliuose leidžia išlaikyti gana stabilius bendrus sandėliavimo kaštus lyginant su bendrojo naudojimo sandėliais.
5. Augant bendrojo sandėlio krovinių apyvartai, proporcingai išauga ir bendrieji sandėlio kaštai.

Literatūra

1. Sandėliai logistikos sistemoje. http://www.vgtu.lt/upload/tif_tvk/sandeliavimas%20logistikos%20sistemoje%202007.pdf (2008 kovo 6 d.)
2. **Petrauskas B., Baublys A.** Transporto terminalai. –Vilnius: Technologija, 2002. 285 p.
3. **Pieškus A., Bazaras Ž.** Logistinių ūkio sandėlių mechanizavimas. Technologijos mokslai šiandien ir rytoj – 2007. http://stud.ppf.ktu.lt/vaiciulis/konferencija/archyvas/2007_darbu_rinkinys.pdf (2008 kovo 28 d.)

DISKINIŲ FASONINIŲ APTEKINIMO PEILIŲ AUTOMATIZUOTO PROJEKTAVIMO PRINCIPAS

E. Bugaj

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: fasoniniai peiliai, VISUAL BASIC programavimo kalba, AutoCAD.

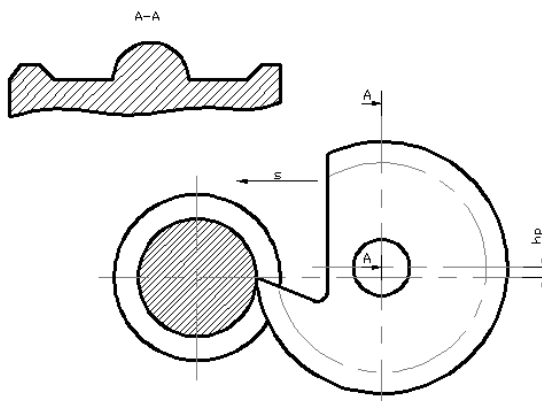
1. Įvadas

Fasoniniais peiliais apdirbamos trumpos fasoninio profilio sukinių formos detalės, kuprojami kvadrantinių frezų dantys.

Diskiniai fasoniniai peiliai pavaizduoti (1.1 pav.) yra apvalūs su išfrezuota kampine išima. Peilis tvirtinamas skyje laikiklyje. Šie peiliai lengviau technologiškai pagaminami nei prizminiai fasoniniai peiliai.

Projektavimą numatoma atlikti naudojant Visual Basic programų kalbą ir AutoCAD programinį paketą.

Fasoniniais peiliais tekinamos detalės iš strypų ir vienetinių ruošinių, ištekinamos ne mažesnio kaip 35 mm skersmens fasoninės skylės. Tekinant fasoniniais peiliais padidėja darbo našumas, apdirbtų detalių vienodumas bei jų matmenų tikslumas. Šiais peiliais galima apdirbti 9...11 kвалiteto tikslumo detales, kurių paviršiaus šiurkštumas $R_a = 2,5...5\mu\text{m}$.



1.1 pav. Diskinis fasoninis peilis

Fasoniniai peiliai naudojami, kai reikia pagaminti didelį kiekį fasoninių detalių, SPV staklėse fasoniniai peiliai nenaudojami. Fasoninių peilių privalumai lyginant su kitais pjovimo peiliais:

- didelis našumas;
- pakankamai aukštas tikslumas;
- detalių formos identiškumas;
- mažesnis neatitikčių kiekis;
- paprastas galandimas ir didelis leistinas galandinimų skaičius;
- pakankamas ilgaamžiškumas.

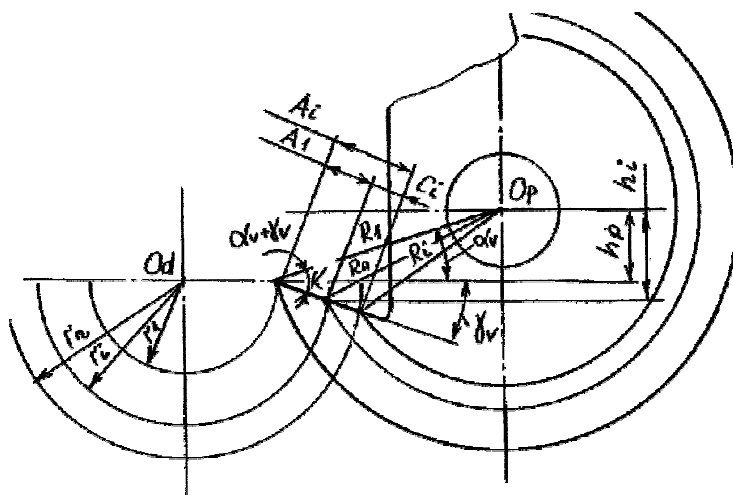
Fasoninių peilių trūkumai lyginant su kitais pjovimo peiliais:

- sudėtingas pagaminimas;
- aukšta projektavimo ir pagaminimo kaina;
- nėra universalumo;
- reikalingas tikslus pastatymas staklėse.

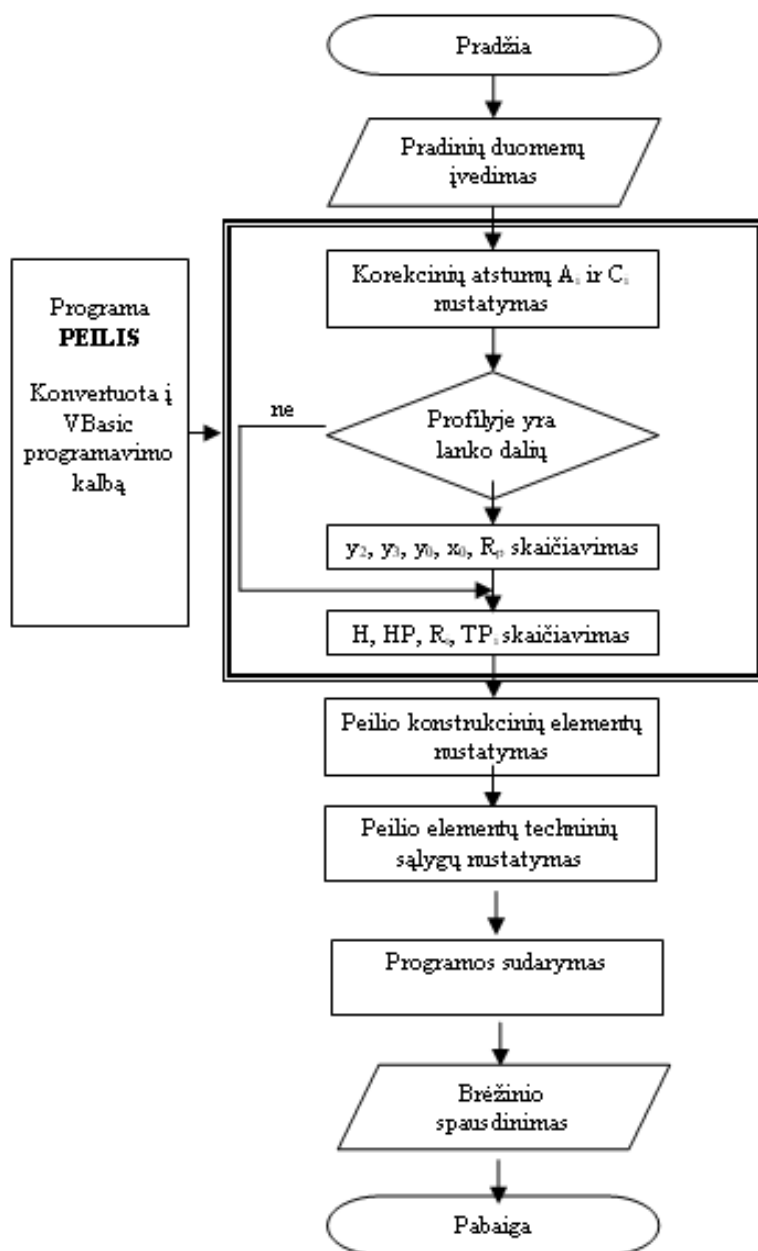
2. Diskinio aptekimo peilio projektavimo etapai

Fasoniniai peiliai projektuojami tokia tvarka:

1. parenkama peilio medžiaga;
2. parenkami jo konstrukciniai ir geometriniai (2.1 pav.) elementai;
3. atliekamas profilio korekcinis skaičiavimas;
4. sudaromos techninės sąlygos;
5. nubraižomas peilio darbo brėžinys.



2.1 pav. Fasoninės frezos geometriniai elementai



2.2 pav. Fasoninio peilio automatizuoto projektavimo algoritmas

Fasoninio peilio geometriniai parametrai:

- reikalingas profilio radialiniame pjūvyje spindulys

$$R_i = \frac{h_i}{\sin \alpha_{si}}; \quad (1)$$

- taško atstumas nuo peilio centro

$$h_i = h_p + C_i \sin \gamma_v; \quad (2)$$

čia h_p – peilio briaunos atstumas nuo jo centro; C_i – taškų i atstumai priekiniame paviršiuje nuo peilio viršūnės; γ_v – priekinis peilio viršūnės kampas.

Užpakalinis kampas nagrinėjamame taške

$$\alpha_{si} = \arctg \frac{h_i}{R_1 \cos \alpha_v - C_i \cos \gamma_v}; \quad (3)$$

Didžiausias peilio profilio pjovimo dalies spindulys

$$R_1 = 0.5 \cdot D; \quad (5)$$

Diskinio peilio priekinio paviršiaus atstumas nuo jo centro.

$$H = R_1 \sin(\alpha_v + \gamma_v); \quad (6)$$

Fasoninių peilių automatizuoto projektavimo algoritmas pateiktas 2.2 pav.

3. Išvados

1. Fasoninių aptekinimo peilių automatizuoto projektavimo programa sutrumpina skaičiavimo, projektavimo ir fasoninio ištekimo peilio darbo brėžinio paruošimo laiką.
2. Programa gali būti naudojama tiek gamyboje, tiek ir ruošiant mechaninių specialybių bakalaurus ir magistrantus, gilinant jų žinias automatizuoto ir įrankių projektavimo srityse.

Literatūra

1. **Bražėnas A., Jurėnas V.** Metalų pjovimo įrankiai. -Vilnius: Mokslas, 1991.
2. **Bražėnas A.** Fasoninių įrankių projektavimas. -Kaunas: Technologija, 1995.

NESIMETRINIŲ MECHANIŠKAI NEVIENALYČIŲ SUVIRINTŲJŲ JUNGČIŲ ĮTEMPIMŲ DEFORMACIJOS BŪVIO TYRIMAS

D. Damaševičius

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: mechaninis nevienalytiškumas, suvirintasis sujungimas, įtempimų ir deformacijų būvis.

1. Įvadas

Be simetrinio mechaninio nevienalytiškumo sujungimų, kai minkštas arba kietas tarp sluoksnis iš abiejų pusių yra ribojamas to paties metalo, praktikoje gali būti naudojami ir tokie suvirintieji sujungimai, kurių mechaninis nevienalytiškumas yra nesimetrinis. Toks mechaninis nevienalytiškumas būdingas skirtingų metalų suvirintiesiems sujungimams. Šiuo atveju siūlės stiprumas gali būti didesnis, mažesnis arba tarpinis lyginant su pagrindinių metalų stiprumu.

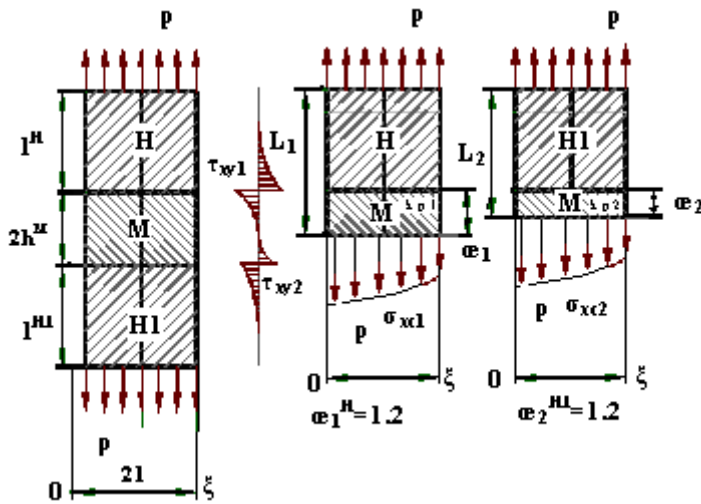
2. Įtempimų deformacijos būvio skaičiavimo metodika

Apskaičiuojant įtempimų būvį, nesimetrinis mechaninis nevienalytis suvirintasis sujungimas gali būti suskirstytas į du simetrinius suvirintuosius sujungimus su skirtingo aukščio tarp sluoksniais ir skirtingais momentinio mechaninio nevienalytiškumo koeficientais.

Pasirenkame suvirintojo sujungimo medžiagą su kuria bus atliekami skaičiavimai. Priimame, kad pagrindinis metalas bus 15X2MPA ir siūlės metalas chromo nikelio lydinys EP. Pasirinkę suvirintojo sujungimo medžiagą užsiduodame dvi skirtingas γ_e (kietos ir minkštos medžiagų proporcingumo ribų santykių) reikšmes 1,7 ir 1,5. Skaičiavimas atliekamas priartėjimo būdu keičiant santykinio siūlės aukščio $\alpha = 2h / 2l$ reikšmes ($2h$ – siūlės aukštis, $2l$ – suvirintų lakštų storis), kol bus tenkinama sąlyga:

$$\sigma_{x1}^M = \sigma_{x2}^M, \quad (1)$$

čia σ_{x1}^M ir σ_{x2}^M – skersiniai įtempimai dviejų simetrinių suvirintųjų sujungimų, kurie gauti padalinus nesimetrinį sujungimą, siūlių viduryje.



1. pav. Nesimetrinių mechanškai nevienalyčių suvirintųjų jungčių įtempimų deformacijos skaičiavimo schema.

Apsiskaičiuojame pradines kapa reikšmes. Spręsdami asimetrinį uždavinį užsiduodame $\alpha = h / l = 0,5$.

$$2\alpha = \alpha_1 + \alpha_2; \quad \alpha_1 = \alpha_2 \frac{\sigma_e^H}{\sigma_e^{H1}}; \quad (2)$$

$$\alpha_1 \approx \frac{2\alpha}{1 + \sigma_e^H / \sigma_e^{H1}} \approx \frac{2 \cdot 0,5}{1 + 1,7/1,5} \approx 0,469; \quad (3)$$

$$\alpha_2 \approx 2\alpha - \alpha_1 \approx (2 \cdot 0,5) - 0,469 \approx 0,531. \quad (4)$$

2. Įtempimų ir deformacijų pasiskirstymas

Atlikę eilę skaičiavimų gauname, kad prie skirtingų γ_e reikšmių skersiniai įtempimai σ_x siūlių centruose bus vienodi, kai $\alpha_1 = 0,575$ ir $\alpha_2 = 0,425$. Atvaizduojame grafiškai įtempimų σ_x ir σ_y pasiskirstymą (žr. 1 pav.).

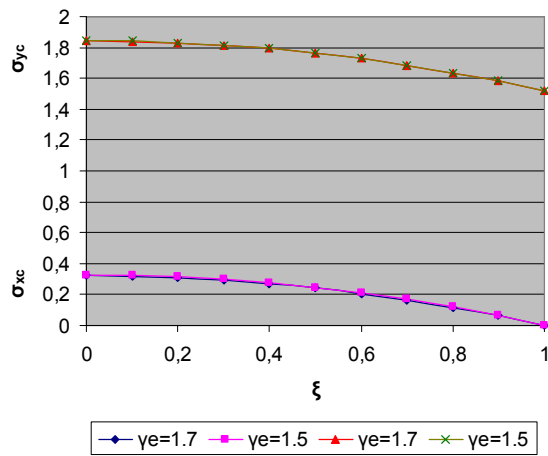
Iš grafikų matyti, kad esant skirtingoms γ_e ir α reikšmėms įtempimai yra lygūs. Įtempimų intensyvumas centre:

$$\sigma_i^M(0) = \frac{\sqrt{3}}{2} \left[p - \frac{2}{3} \sigma_{xc}^M(0) \right]. \quad (5)$$

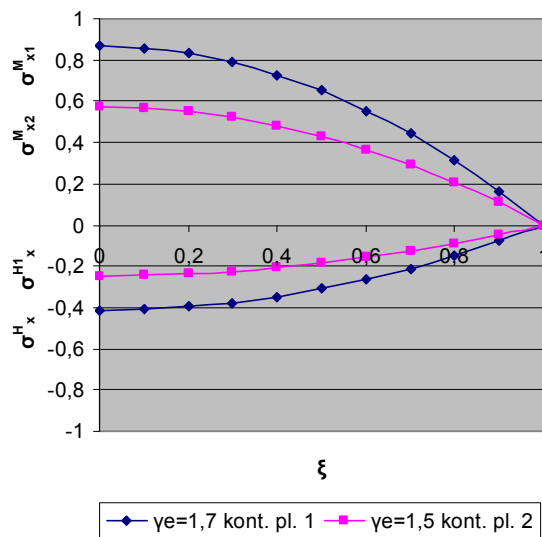
Jeigu įtempimai yra lygūs tai reiškia ir deformacijos yra lygios, iš to seka:

$$e_y^{M*} = \frac{3}{4E^{*M}} \left[\frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_{ic}^{M*} \right]. \quad (6)$$

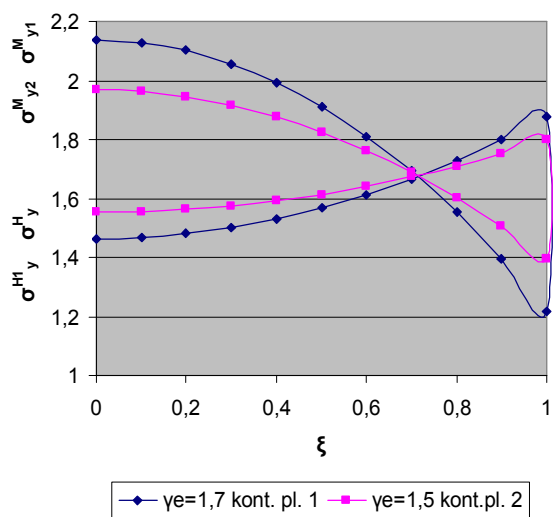
Čia ir toliau viršutinis indeksas * žymi dydį kontakto plokštumoje.



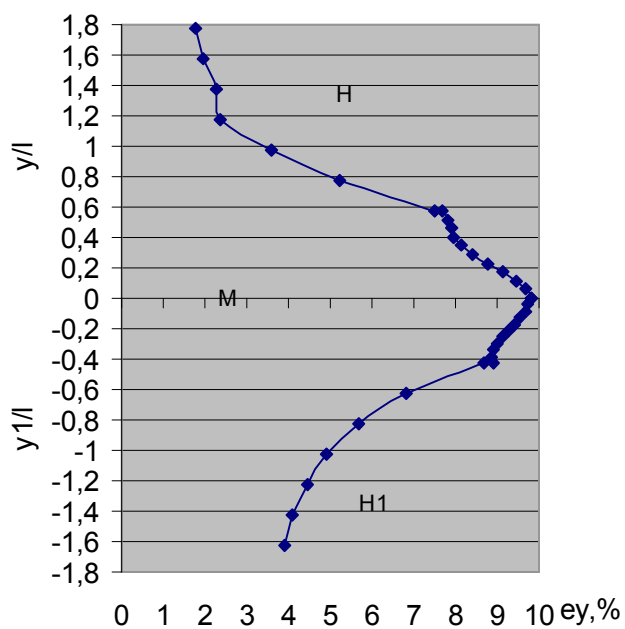
1 pav. Įtempimų σ_x , σ_y pasiskirstymas kai $\gamma_e = 1,7$ $\alpha_1 = 0,575$ ir $\gamma_e = 1,5$ ir $\alpha_2 = 0,425$ sąlyginiame siūlės centre



2 pav. Įtempimų σ_x pasiskirstymas kontakto plokštumose 1 ir 2.



3 pav. Įtempimų σ_y pasiskirstymas kontakto plokštumose 1 ir 2.



5 pav. Mechaninio nesimetrinio suvirintojo sujungimo deformacijų pasiskirstymas bandinio paviršiuje $\xi = 1$.

Suvirintojo sujungimo įtempimų σ_{x1}^H , σ_{x2}^H , σ_y^{H1*} , σ_y^{H2} , σ_{y1}^H ir σ_{y2}^M pasiskirstymas kontakto plokštumoje 1 ir 2 pateikti 2 ir 3 pav. Iš grafikų matyti, kad kietame metale įtempimai kontakto plokštumoje yra didesni.

Suvirintojo sujungimo išilginių deformacijų pasiskirstymas pateiktas 4 pav. Iš grafiko matyti, kad deformacijos išilginiame pjūvyje sujungime H1M yra didesnės, negu sujungime HM.

4. Išvados

1. Deformacijų pasiskirstymas pagrindiniame metale H1 yra didesnis, dėl skirtingo nevienalytiškumo koeficientų $\gamma_{e1} = 1,7$, o metale H mažesni $\gamma_{e2} = 1,5$.
2. Nesimetriniuose mechaniškai nevienalyčiuose sujungimuose įtempimų deformacijos būvį galime skaičiuoti, kai dviejuose simetriniuose sujungimuose: pirma plokštuma sudaryta iš metalų H ir M, ir antra plokštuma H1 ir M su skirtingais santykiniais siūlės storiais α_1 ir α_2 . HM sujungime skaičiuotinas santykinis metalo storis α_1 yra didesnis.

Literatūra

1. **Bražėnas A.** Tamprumo ir plastiškumo teorijų pagrindai. VŠĮ Šiaulių universiteto leidykla 2003. –176 p.
2. **Bražėnas A.** Strength and Low Cycle Fatigue of Mechanically Heterogeneous Butt Welded Joints. Monograph. -Kaunas, 2002. –283 p.

SLUOKSNIUOTŲ SUKAMŲ KONSTRUKCINIŲ ELEMENTŲ STIPRUMAS IR STANDUMAS

S. Vareikaitė

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: konstrukcinis 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, dirba įvairiomis aplinkos sąlygomis, veikiamos statinių ar cikliškai kintamų apkrovų.

2. Sluoksniuotų konstrukcinių elementų panaudojimas

Kompozitinės medžiagos ir konstrukcijos yra naudojamos visose technikos ir kasdienio gyvenimo srityse – pradedant batais ir baigiant kosminiais laivais, be šių medžiagų neįsivaizduojama tolesnė pažanga [1].

Boro plastikai yra 10–15 kartų stipresni už statybinį plieną ir 3–4 kartus lengvesni. Populiarius didelio stiprumo plastikai, gaunami naudojant fenolines ir poliferines dervas ir stiklo pluoštus.

Kompozitą sudaro dvi dalys – matrica, kuri sujungia, suriša į monolitą visus komponentus, ir intarpai – komponentai (įvairios granulės, pluoštai, lakštai ir pan.). Atitinkamai parenkant komponentų savybes ir jų kiekius, galima gauti norimų savybių kompozitą. Dabar kompozitų gamybai naudojamo intarpo – stiklo pluošto stiprumas tempiant yra 20 ir daugiau kartų didesnis už statybinio plieno stiprumą. Iš kompozicijos, turinčios daugiau stiklo pluošto, galima gauti medžiagą, kurios santykinis stiprumas tempiant yra daugiau kaip 60 kartų didesnis už metalo, naudojamo automobilių kėbulams gaminti. Per pastaruosius dvidešimt penkerius metus polimerinių su įvairiais pluoštais kompozitų naudojimas transporto priemonių gamybai išaugo daugiau

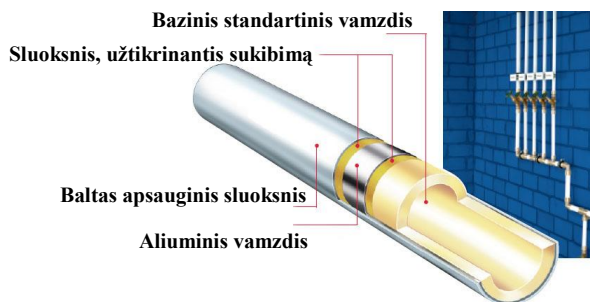
kaip 10 kartų. To dėka jų svoris ir gamybos energijos sąnaudos sumažėjo daugiau kaip du kartus. Lėktuvų gamyboje naudojamo stikloplastiko santykinis stiprumas yra 5–6 kartus didesnis negu pagrindinės lėktuvų statybos medžiagos – aliuminio, o boro ir anglies pluoštai standumą padidina irgi tiek pat ir net daugiau, todėl lėktuvų masė sumažėjo daugiau kaip du kartus.

Statybai kompozitinės medžiagos ir konstrukcijos yra gaminamos iš tradicinių statybinių medžiagų: betono, keraminių ir silikatinių dirbinių, metalo, medžio ir jo atliekų bei įvairių termoizoliacinių medžiagų. Mažaaaukštei statybai taikomi kompozitai su lengvais dispersiniais tarpais (įvairių putų plastų granulės, medžio pjuvenos ir drožlės, spalvai, kapotos nendrės ir šiaudai), kurie reikiamu santykiu įmaišomi į rišamąją cemento, kalkių, gipso ar jų mišinių masę [1].

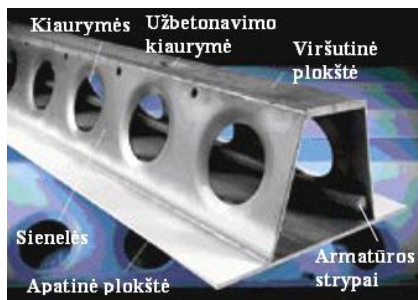
Firma TECEflex sluoksniuotus vamzdžius naudoja vandentiekio sistemoms (1 pav.). Šių vamzdžių privalumai: didelis saugumas, kuri užtikrina bazinio standartinio vamzdžio konstrukcija; lengva sulenkti ranka; lankstus, tačiau išsaugo formą; gali pailgėti kaip ir metalo vamzdžiai; nupjovus skersai, paviršius lieka lygus, o vamzdis apvalus; visiškai nepraleidžia deguonies; sujungimo technika be jokių tarpinių.

Kombinuoti aliuminio, plastiko vamzdžiai plačiausiai naudojami buitinėje technikoje. Šių sluoksniuotų vamzdžių naudojimui numatomas didžiausias ateities potencialas. Jiems būdingos teigiamos plastiko ir metalo savybės. Sluoksniuoti vamzdžiai dėl jų konstrukcijoje panaudoto aliuminio turi plieninių ir sintetinių medžiagų savybių [2].

Sluoksniuoti elementai itin populiarėja statybos sferoje. Komercinių ir pramoninių pastatų statybose populiariausią profilinę skardą iš rinkos baigia išstumti sluoksniuotos statybinės plokštės. Šių plokščių montavimas yra nebrangus ir greitas, geros charakteristikos – atsparumas, šilumos izoliacijos savybės bei estetiškas vaizdas. Lengvos konstrukcijos iš sluoksniuotų plokščių taip pat yra paprastai išmontuojamos [3].



1 pav. Sluoksniuotas vamzdis



2 pav. Kompozicinė sija

UAB „Peikko Lietuva“ siūlo atkreipti dėmesį į vieną racionaliausių surenkamojo gelžbetonio konstrukcijos sprendimų – kompozicines sijas „Deltabeam“. Tai iš plieninių lakštų suvirinta uždaro profilio sija su kiaurymėmis šoninėse sienelėse (2 pav.). Sijos vidus statybos metu užpilamas betonu. Sukibimą tarp metalinės sijos ir betono užtikrina šoninėse sienelėse esančios kiaurymės. Dėl ypatingos konstrukcijos montavimo metu sija „pasislepia“ perdangoje, sutaupoma papildomos erdvės pastato viduje. Kompozicinė sistema leidžia sutaupyti iki 20 proc. medžiagų bei statyboms skiriamų lėšų [4].

Šios sijos labai dažnai naudojamos statant gyvenamuosius, administracinius ir biurų pastatus, kur nėra itin didelių apkrovų. Taikant „Deltabeam“ kompozicines sijas atsparumas ugniai gali būti iki R 180 klasės, nenaudojant jokių papildomų priemonių (dažymo, padengimo ugniai atspariomis medžiagomis ir t. t.).

Sluoksniuoti konstrukciniai elementai yra labai plačiai naudojami. Todėl šioje srityje kylančios problemos yra itin sprendžiamos.

3. Sluoksniuotų konstrukcinių elementų stiprumas ir standumas

Šia tema parašyta nemažai mokslinių darbų, išleista knygų, vadovėlių.

Lenkijoje organizuotame IUTAM simpoziume buvo sutelkti mokslininkai ir pramonės darbuotojai, tyrinėjantys ir dirbantys su defektų atsiradimu ir lūžio procesais kompozicinėse medžiagose. Čia buvo aptarti analitiniai, skaičiavimo ir bandomieji patikrinimo aspektai. Pasiiektas mokslinis progresas keliose srityse, tarp jų ir stiprumo bei susilpnėjimo kriterijų kompozitams [5].

KTU Panevėžio institute atlikta nemažai sluoksniuotų konstrukcinių elementų stiprumo ir standumo tyrimų, spręstos išsylančios problemos.

Analizuotas sluoksniuotų konstrukcinių elementų, sudarytų iš kompozicinių medžiagų: anglies plastiko, karštai ir šaltai kietėjančių stiklo plastikų, epoksidinės dervos, standumas ir stiprumas.

Nagrinėta penkių sluoksnių sijų standumo ir įtempimų pasiskirstymo dėsninčiai, keičiant sijos sluoksnių geometrines charakteristikas, medžiagas ir jų išsidėstymą sijos skerspjūvyje.

Išnagrinėta įvairių veiksnių įtaka sluoksniuotųjų kompozicinių elementų standumui.

2000-11-25 įregistruotas Stiprumo ir irimo mechanikos mokslinis centras. Jis įkurtas KTU Mechanikos fakultete, Deformuojamųjų kūnų mechanikos katedroje. Pagrindinė mokslinių tyrimų kryptis – metalų, polimerų, kompozitų stiprumo ir irimo mechanika, pramonės, energetikos ir transporto konstrukcijų mechanikos inovacijos.

Mūsų šalyje kompozitus tiriant ir praktiškai pritaikant daug yra nuveikę Chemijos, Fizikos puslaidininkių ir kitų institutų, Kauno technologijos ir Vilniaus Gedimino technikos universitetų mokslininkai.

Parašyta monografija tema: Plastikų, kompozitų ir daugiasluoksnių konstrukcinių elementų stiprumas. Darbe nagrinėjamos naujų konstrukcinių medžiagų (plastikų, kompozitų) statinio bei ciklinio stiprumo ir irimo problemos bei iš jų sudarytų konstrukcinių elementų panaudojimo galimybės, projektavimas, įvairių veiksnių įtaka jų stiprumui bei standumui [6].

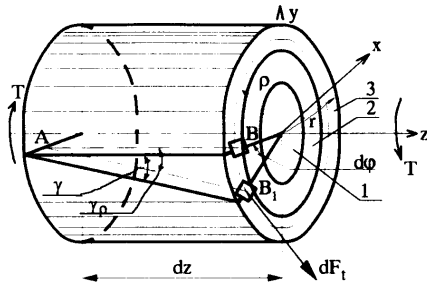
Sukurta metodika sluoksniuotų konstrukcinių elementų projektavimui [7]. Darbo paskirtis – konstrukcinių elementų stiprumo skaičiavimai. Kadangi ši metodika man tinka, formulės yra nesudėtingos, todėl tolimesniems skaičiavimams naudosiu šią metodiką.

4. Sluoksniuotų konstrukcinių elementų skaičiavimo metodika

Nagrinėjamas sluoksniuotas strypas yra apvalaus skerspjūvio (3 pav.). Metodika pateikiama sukamo trisluoksnių strypo standumui ir stiprumui apskaičiuoti [7].

Analitinė SKE skaičiavimo metodika remiasi šiomis prielaidomis [8,9]:

1. Besideformuojančio konstrukcinio elemento skersiniai pjūviai lieka plokšti ir statmeni išilginiams elemento sluoksniams nepriklausomai nuo to, ar sluoksnių medžiaga linijškai tampri.
2. Linijinės išilginės deformacijos konstrukcinio elemento aukštyje pasiskirsčiusios pagal linijinį dėsnį.
3. Sluoksnių sujungimo vietose nėra praslydimo.
4. Sluoksnių mechaninės charakteristikos priklauso nuo kompozito armuojančiosios ir rišamosios medžiagos, kaip visumos, savybių, nustatomų eksperimentiniu būdu.
5. Taikant šią metodiką svarbu žinoti medžiagų charakteristikas apkrovos veikimo kryptimi.



3 pav. Sukamo trisluoksnio strypo elementas

Trisluoksnio strypo standumas sukimo atveju:

$$K = \sum_{i=1}^n G_i \cdot I_{pi}, \quad (1)$$

čia G_i – i -tojo sluoksnio šlyties modulis; I_{pi} – i -tojo sluoksnio polinis inercijos momentas.

Tangentiniai įtempimai

$$\tau_{\rho i} = \frac{T \cdot \rho \cdot G_i}{K}, \quad (2)$$

čia T – sukimo įrašas; ρ – spindulys nuo strypo skerspjūvio centro iki nagrinėjamo sluoksnio.

Pjūvio z susisukimo kampas

$$\varphi_z = \frac{T \cdot z}{K}, \quad (3)$$

Tangentiniai įtempimai veikia ne tik skersiniame sukamo strypo pjūvyje, bet ir tokio paties dydžio, tik priešingos krypties, išilginiame pjūvyje. Taip pat įstrižuose 45° pjūvčiuose veikia normaliniai tempimo ir gniuždymo įtempimai, kurių dydis lygus tangentinių įtempimų dydžiams. Šiuose pjūvčiuose gaunama didžiausia linijinė deformacija.

Linijinė deformacija

$$\varepsilon_i = \pm \frac{\tau_{\rho i}}{E_k} (1 + \nu_i), \quad (4)$$

čia ν_i – Puasono koeficientas; E_k – ekvivalentinis konstrukcijos tamprumo modulis.

Jei apskaičiuojamos didžiausios linijinės deformacijos, kurios atsiranda strypo paviršiuje, tuomet (4) formulėje imama paviršinio sluoksnio

tangentinių įtempimų reikšmė ir paviršinio sluoksnio medžiagos Puasono koeficiento reikšmė. Leistinieji įvairių sluoksnių deformacijų dydžiai yra skirtingi. Šios formulės pagalba nustatomos bet kuriame sluoksnyje atsirandančios deformacijos [7].

Tai yra pagrindinės priklausomybės, kurios naudojamos tolesniuose apvalaus skerspjuvio sluoksniuotų konstrukcinių elementų standumo ir stiprumo charakteristikų priklausomybių tyrimuose.

5. Išvados

1. Sluoksniuoti konstrukciniai elementai yra labai plačiai naudojami, todėl mano atliekamas tyrimas yra svarbus. Šia tema atlikta nemažai tyrimų, parašyta mokslinių straipsnių, išleista knygų bei vadovelių, tačiau kylančios problemos yra aktualios ir svarbios.
2. Išanalizavusi literatūrą, nusprendžiau savo tyrimui taikyti J. Bareišio ir V. Paulausko sukurtą metodiką daugiasluoksnių kompozicinių konstrukcinių elementų projektavimui. Ši metodika, palyginus su kitomis, yra tinkamesnė, formulės – nesudėtingos.

Literatūra

1. <http://ausis.gf.vu.lt/mg/nr/2001/078/07pm.html>
2. http://www.tece.lt/index.php?exp=1&s_id=5&n_id=4&lang=lt
3. <http://www.metalplast.lt/news/naujiena.php?iq=15&laikas=2007-02-14>
4. <http://www.spec.lt/get.php?f.15118>
5. <http://www.iutam.net/iutam/Symposia/S05-1.pdf>
6. Bareišis J. Plastikų, kompozitų ir daugiasluoksnių konstrukcinių elementų stiprumas. Monografija. Kaunas: Technologija, 2006. 252 p.
7. Bareišis J. Paulauskas V. Daugiasluoksnių kompozicinių konstrukcinių elementų projektavimas (mokomoji knyga). Kaunas: Technologija, 1995. 48 p.
8. Garuckas D. Sluoksniuotų kompozicinių konstrukcinių elementų stiprumo ir standumo tyrimas. Daktaro disertacija. Kaunas: Technologija, 2000. 109 p.
9. Bareišis J. Garuckas D. Daugiasluoksnių strypų standumas ir stiprumas. Mechanika. ISSN 1392 – 1207. 2000, nr. 4 (24).

SLUOKSNIUOTŲ LENKIAMŲ ELEMENTŲ ĮTEMPIMŲ IR DEFORMACIJŲ TYRIMAS

J. Čekavičius

Kauno technologijos universiteto Panevėžio institutas

Raktiniai žodžiai: kompozitai, konstrukcinis elementas, sluoksniai, įtempimai, deformacijos

1. Įvadas

XXI a. ekonomikos ir viso gyvenimo plėtra bus grindžiama naujomis medžiagomis ir informacinėmis technologijomis. Tai susiję su energijos ir laiko taupymu, žmogaus proto galiomis. Tai yra glaudžiai susijusios, viena kitą veikiančios civilizacijos plėtros sritys, lyg kompozitinė medžiaga, susidedanti iš atskirų komponentų.

Žodis “kompozitas” (lot. compositus – sudėtinis) technikoje pradėtas vartoti XIX a. pabaigoje, kai imtos tyrinėti sudėtinės medžiagos, o statybos moksle – apie XX a. vidurį, kai atsirado būtinybė plačiau naudoti lengvesnes ir stipresnes medžiagas dangoraižių, šiltesnių ir greičiau pastatomų gyvenamųjų namų, didesnių angų salių ir tiltų statybai, norint pakelti didelius erdvėlaivius į kosmosą.

Kompozitinės medžiagos ir konstrukcijos yra naudojamos visose technikos ir kasdienio gyvenimo srityse – pradedant batais ir baigiant kosminiais laivais, ir be šių medžiagų neįsivaizduojama tolesnė pažanga [1].

2. Tyrimo objektas

Atitinkamai parenkant komponentų savybes ir jų kiekius, galima gauti norimų savybių kompozitą. Dabar kompozitų gamybai naudojamo stiklo pluošto stiprumas tempiant yra 20 ir daugiau kartų didesnis už statybinio plieno stiprumą. JAV karinės pramonės laboratorijos, aplenkdamos kitų šalių laboratorijas, toliau ieško stipresnių ir lengvesnių komponentų įvairiems prietaisams ir konstrukcijoms kurti [1].

Iš kompozicijos, turinčios daugiau stiklo pluošto, galima gauti medžiagą, kurios santykinis stiprumas tempiant yra daugiau kaip 60 kartų didesnis už metalo, naudojamo automobilių kėbulams gaminti. Per pastaruosius dvidešimt penkerius metus polimerinių su įvairiais pluoštais kompozitų naudojimas transporto priemonių gamybai išaugo daugiau kaip 10

kartų. To dėka jų svoris ir gamybos energijos sąnaudos sumažėjo daugiau kaip du kartus. Ypač ženklus ekonominis efektas gautas naudojant kompozitines medžiagas lėktuvų gamybai.

Kompozitai užkariauja visas technikos sritis. Nuošalyje neliko ir statyba.

Kompozitinių medžiagų ir konstrukcijų naudojimas statyboje leidžia pasiekti šiuos privalumus:

1. Gauti didesnę stiprumą, pastovumą, standumą naudojant mažiau medžiagų.
2. Mažesnę atskirų pastato elementų ir viso pastato svorį, mažesnius konstrukcijų skerspjūvio matmenis.
3. Geresnes termoizoliacines ir akustines savybes.
4. Atitinkamai išdėstant sluoksnius konstrukcijoje, maksimaliai panaudoti visas medžiagų savybes.
5. Sumažinti svorį ir gabaritus konstrukcijų, ant kurių remiasi arba prie kurių tvirtinamos kompozitinės konstrukcijos su termoizoliaciniais sluoksniais.
6. Sumažinti konstrukcijų gamybos energijos ir transportavimo bei montavimo išlaidas [1].

Padangų gamintoja Dunlop sluoksniuotą konstrukciją naudoja padangų gamyboje. Europos rinkose debiutavusių padangų „Dunlop SP Sport Maxx TT“ šoninės sienelės sutvirtintos kevlaro pluoštu [2].

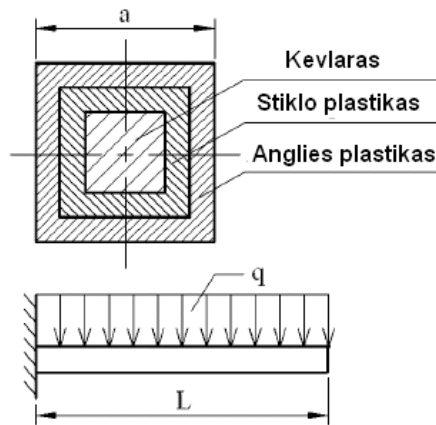
Kevlaras tai aromatinių angliavandenilių pagrindu sudarytas poliamidinis pluoštas, sukurtas 1965 metais DuPont laboratorijose. Jis pasižymi dideliu atsparumu tempimui. Lyginant pagal svorį, jis 5 kartus stipresnis už plieną. Nelaidus elektrai. Dėl savo unikalių savybių Kevlaras plačiai naudojamas karinėje pramonėje, aeronautikoje, sporto inventoriaus gamyboje, t. y. tose srityse, kur reikalingas tvirtumas ir kuo mažesnis gaminio svoris [3].

Kompanija DuPont gamina įvairius sluoksniuotus gaminius, tokius kaip šalmsus, neperšaukamas liemenės policijos pareigūnams, lenktyninių automobilių atitinkamas dalis ir kt. [4].

Kokybiškus anglies pluošto / kevlaro audinius gamina „SLG Carbon AG“ Vokietijoje. Tai pripažintas pasaulyje pirmaujantis savo srityje gamintojas [5].

Tyrimams pasirinkau sluoksniuotą konstrukcinį gaminį (1 pav.), kurį sudarys trys skirtingos medžiagos: anglies plastikas (An), stiklo plastikas (St) ir kevlaras (K). Keisdamas sluoksnių padėtį konstrukcijoje atliksiu tyrimą kokia kompozicija atsparesnė lenkimui.

- 1) An–St–K ; 2) K–An–St ; 3) St–K–An ;
- 4) An–K–St ; 5) K–St–An ; 6) St–An–K



1 pav. Nagrinėjamas konstrukcinis elementas

3. Sluoksniuotų konstrukcinių elementų skaičiavimo metodika

Skaičiavimo metodika remiasi šiomis prielaidomis [6]:

1. Besiformuojančio konstrukcinio elemento skersiniai pjūviai lieka plokšti ir statmeni išilginiams elemento sluoksniams nepriklausomai nuo to, ar sluoksnio medžiaga linijškai tampri.
2. Linijinės išilginės deformacijos konstrukcinio elemento aukštyje pasiskirsčiusios pagal linijinį dėsnį.
3. Sluoksnių sujungimo vietose nėra praslidino.
4. Sluoksnių mechaninės charakteristikos priklauso nuo kompozito armuojančios ir rišamosios medžiagos, kaip visumos, savybių, nustatomų eksperimentiniu būdu.
5. Taikant šią metodiką svarbu žinoti medžiagų charakteristiką apkrovos veikimo kryptimi.

Sluoksniuoto konstrukcinio elemento ašinis standumas:

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

čia A_i – sluoksnio skerspjūvio plotas; E_i – sluoksnio medžiagos tamprumo modulis; n – sluoksnių skaičius.

Sluoksniuoto konstrukcinio elemento standumas lenkimui D :

$$D = \sum_{i=1}^n E_i J_i ; \quad (2)$$

čia J_i – sluoksnių skerspjūvių inercijos momentai elemento neutralios ašies atžvilgiu.

Normaliniai įtempimai konstrukcinio elemento sluoksniuose:

$$\sigma_{zi} = E_i \left(\frac{M}{D} \cdot y_i \right); \quad (3)$$

čia M – lenkimo momentas; y_i – nagrinėjamo pjūvio atstumas iki elemento neutralios ašies.

Sluoksniuoto konstrukcinio elemento standumas šlyčiai:

$$K = \frac{H \cdot A}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{G_i}}; \quad (4)$$

čia H – konstrukcinio elemento aukštis; A – konstrukcinio elemento skerspjūvio plotas; G_i – sluoksnio medžiagos šlyties modulis; δ_i – elemento storis.

Tangentiniai įtempimai

$$\tau_{xzi} = \frac{Q}{D} \cdot \frac{|C_y|}{b_i}; \quad (5)$$

čia Q – skersinė jėga; C_y – skerspjūvio, esančio žemiau nagrinėjamo pjūvio, ekvivalentinis statinis momentas.

Sluoksniuoto konstrukcinio elemento deviacija

$$\varphi_x = \varphi_0 + \sum \frac{M_i z_{Mi}}{D} + \sum \frac{F_i z_{Fi}^2}{2D} + \sum \frac{q_i z_{qi}^3}{6D}; \quad (6)$$

čia φ_0 – pradinė deviacija; M_x – lenkimo momentas nagrinėjamame pjūvyje; M_i , F_i ir q_i – lenkimo momentai, skersinės jėgos ir sloginiai, veikiantys konstrukcinį elementą.

Konstrukcinio elemento įlinkis

$$v_x = v_0 + \varphi_0 z + \frac{M_z}{K} + \sum \frac{M_i z_{Mi}^2}{2D} + \sum \frac{F_i z_{Fi}^3}{6D} + \sum \frac{Q_i z_{qi}^4}{24D}; \quad (7)$$

čia v_0 – pradinis įlinkis.

Tai pagrindinės formulės kurios bus naudojamos tolesniuose skaičiavimuose [6].

4. Išvados

1. Kadangi stikloplastikų santykinis stiprumas yra 5–6 kartus didesnis negu pagrindinės lėktuvų statybos medžiagos – aliuminio, o boro ir anglies pluoštai standumą padidina irgi tiek pat ir net daugiau, tai lėktuvų masė sumažėjo daugiau kaip du kartus.
2. Naudojant sluoksniuotąsias kompozitines konstrukcijas labai pagerėjo termoizoliacinės ir akustinės savybės.
3. 1890 m. Čikagoje pastatyto aukščiausio pasaulyje (18 aukštų) pastato „Garrick Building“ pirmųjų aukštų mūro sienų storis buvo 1,8 metro, sienos 1 m² sienos storio svėrė apie 4 tonas. Dabar gerokai aukštesnių dangoraižių 1 m² sienos storio, įskaitant laikantįjį karkasą, nesveria nė 300 kg. Naudojant kompozitines konstrukcijas 1972 m. buvo pastatytas 110 aukštų 411 m aukščio Tarptautinio prekybos centro pastatas. Pastatų perdangų ir ypač denginių svorį galima sumažinti 3–4 kartus, pamatų apkrovas – 4–10 kartų.

Literatūra

1. <http://ausis.gf.vu.lt/mg/nr/2001/078/07pm.html> (žiūrėta 2008–04–16)
2. http://diena.lt/naujienos/priedai/ratai/padangos_su_kevlaro_prieskoniais (žiūrėta 2008–04–15).
3. <http://lt.wikipedia.org/wiki/Kevlaras> (žiūrėta 2008–04–15)
4. http://www2.dupont.com/Our_Company/en_US (žiūrėta 2008–04–16)
5. <http://www.kemikaal.ee/lie/tooted.php?cat=37> (žiūrėta 2008–04–16)
6. **Ostaševičius V.** Optimalus konstrukcijų projektavimas. –Kaunas, 1986. – 75 p.
7. **Jonas Bareišis, Vytas Paulauskas.** Daugiasluoksnių kompozicinių konstrukcinių elementų projektavimas. –Kaunas: Technologija, 1995. – p. 5–10.

Maketavo: D.Vaičiulis

SL 344. 2008-06-03. 5 leidyb. apsk. I.

Tiražas 25 egz. Užsakymas 377.

Leidykla “Technologija”, K.Donelaičio g. 73, 44029, Kaunas

Spausdino leidyklos “Technologija” spaustuvė, Studentų g. 54, 51424, Kaunas