

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

doc. Z. Ramonas

2007 06

„AUTOMOBILIO VAŽIUOKLĖS MODERNIZAVIMAS
IR ANALIZĖ“

„MODERNISATION AND ANALYSIS OF VEHICLE
CHASSIS“

Mechanikos inžinerijos magistro darbas

Vadovas

_____ Doc. A.Povilionis

2007 06

Autorius

_____ MM - 5 gr. stud.

R. Ignatavičius

2007 06

Recenzentas

_____ Prof.Dr.Habil. A. Bargelis

2007 06

ŠIAULIAI, 2007

TURINYS

Įvadas	3
1. Automobilio pakabų apžvalga	6
1.1 Automobilio ratų geometrija	12
2. Nagrinėjamo objekto aprašymas	15
2.1 Pakabos principinės schemos nubraižymas	15
2.2. Pagrindinių parametrų nustatymas	16
2.3 Stabdymo metu veikiančių apkrovų skaičiavimas	18
2.4 Detalių medžiagų ir suvirinimo siūlių parinkimas	18
2.5 Presuoto sujungimo apatinė svirtis – sailentblokas skaičiavimas	21
2.6 Pakabos erdvinio modelio sudarymas	22
3. Projektuojamų detalių stipruminė analizė	23
3.1 Apatinės svirties stipruminė analizė	23
3.2 Rutulinio šarnyro stipruminė analizė	30
Išvados	34
Darbo anotacija	35
Summary	36
Literatūra	37

IVADAS

Automobilio pakaba – tai mazgas, kuris tiesiogiai įtakoja saugumo bei dinamines automobilio charakteristikas, todėl svarbu, kad automobilio pakaba užtikrintų rato kontaktą su kelio paviršiumi važiuojant įvairios kokybės keliais. Kitas svarbus aspektas konstruojant pakabas – automobilio kėbulo vertikalios pagreičio mažinimas.

Konstruojant automobilio pakabą reikia įvertinti svarbius standumo parametrus presuotų sujungimų jungtis. Kadangi perdirbimas atliekamas automobilio bazėje, reikia atitinkamai perdirbti ir automobilio pakabą. Atliekant toki perdirbimą keičiami arba papildomai montuojami standumo elementai. Siekiant geriausio rezultato reikia montuoti aktyvius standumo ir slopinimo elementus.

Analitiniu būdu tirtos kelių pakabų konstrukcijų dinaminių modelių charakteristikos. Sumodeliuota lengvojo automobilio pakaba ir gautos jos charakteristikos lygintos su modifikuotų pakabų charakteristikomis. Analizuojamas modifikuotų pakabų efektyvumas ir jų pritaikymo galimybės.

Tiriant ir kuriant aktyvias automobilines pakabas nustatoma charakteristika, kurios valdymas leidžia pagerinti pakabos savybes. Kelių pakabų konstrukcijų analizė leido nustatyti pakabų charakteristikų kitimo dėsninumus. Gautus rezultatus galima panaudoti kuriant automobilines pakabas.

Darbo aktualumas

Tris paskutinius dešimtmečius sparčiai vystosi kompiuterinė programine įranga skirta inžineriniams skaičiavimams, analizei. projektavimui Pradžioje tai buvo programos skirtos inžinerinio projektavimo skaičiavimams ir realizuojančios žinomus empirinius-analitinius algoritmus. Kiek vėliau atsirado poreikis analizės programoms, modeliuojančioms negyvosios gamtai objektų elgseną ir fizikinius reiškinius, pagrįstos gerai teoriškai išvystytais baigtinių elementų, baigtinių skirtumų metodais. Pati naujausia programinė įranga, skina spręsti inžinerinius uždavinius, kuriama bandau)

apjungti analizės metodus ir dirbtinį intelektą imituojančių programų galimybes. Savaimė aišku, visa tai neįmanoma be efektyvių skaičiuojamųjų: modelio sukūrimo ir rezultatų atvaizdavimo priemonių, tai reiškia, kad nuolat tobulėja grafines aplinkos programinė įranga, be kurios šiuolaikines analizės programos yra neįsivaizduojamos.

Programinės įrangos integravimas automatizuoto kompiuterinio projektavimo srityje visada buvo ir yra labai aktualus Bendraja prasme integravimas, tai tokios darbo aplinkos sukūrimas, kuri leistų inžinerinio objekto modelį panaudoti visuose jo gyvavimo etapuose - nuo projektavimo konstravimo ir gamybos iki eksploatacinio aptarnavimo konstrukcijos ir net jo demontavimo stadijos Toks uždavinys reikalauja gan tobulo tarpusavio projektavimo, valdymo, informacijos kaupimo sistemų integravimo.

Iki šiol daugelio projektavimo ir gamybos procesų pagrindas buvo 2D CAD sistemos, tačiau spartus kompiuterinės įrangos tobulėjimas ir galingos, liet paprastos naudoti 3D CAD programinės įrangos sukūrimas sudarė prielaidas dar labiau pagerinti produkto kokybę ir sutrumpinti laikotarpį per kurį produktai turi pasiekti rinką.

Projektavimo procese naudojant 2D CAD dažnai tenka gaminti gaminio pavyzdį kad būtų galima pamatyti, kaip jis atrodys iš tikrųjų, kaip judės erdvėje judančios dalys, ar jos nesusikerta, nekliudo viena kitai, ar užtikrinami reikiami atstumai tarp komponentų Naudojant erdvinio projektavimo įrangą ta pati galima atlikti kompiuteriu, taupant laika, ir mažinant sąnaudas

Tyrimo objektas

Važinėjant šiuolaikiniuose Lietuvos keliuose yra daug nelygumų ir duobių, todėl norint saugiai važinėti automobiliais reikia sumažinti smūgius i automobilio kėbulą ir užtikrinti saugų ir komfortišką važiavimą.

Tyrimo objektas - automobilio pakaba Automobilio pakabos paskirtis - švelninti smūgius atsirandančius dėl kelio nelygumų .jos jungia ratus su automobilio kėbulu ir perduoda skirtingomis,kryptimis veikiančias jėgas Pakaba turi užtikrinti kiek galima sklandesnį ir saugesnį važiavimą.Projektuojamai pakabai keliami reikalavimai:

- 1 Turi būti reikiamų gabaritų;
- 2 Kiek galima lengvesnė;
3. Pigiai pagaminama.

4. Turėti geras kinematinės charakteristikas, tai yra pakabai dirbant turi kuo mažiau keistis erdvinė rato padėtis (provėža , rato išvirtimo kampas) ir šerdeso padėties kampai.

Tyrimo tikslas: Modernizuoti automobilio galinę pakabą, įmontuojant galinę apatinę svirtį ,kuri sumažintų atsirandančius smūgius i automobilio kėbulą ir pagerintų automobilio važiavimo komfortą duobėtame kelyje.

Darbo uždaviniai:

1. Išnagrinėti automobilio pakabos sandarą;
2. Sumodeliuoti pakabos erdvini modeli :
3. Atlikti rutulinio šarnyro piršto stipruminę analizę;
4. Atlikti galinės apatinės svirties stipruminę analizę;

Tyrimo metodai

Tyrimui taikomi šiuolaikiniai automatizuoto projektavimo ir analizės programiniai paketai. Erdvinis pakabos modelis sukurtas naudojant „Autodesk inventor" ir „Solid Works ' programinius paketus. Naudojant automatizuoto projektavimo programinius paketus žymiai sumažėja gaminių sukūrimo laikas, tie patys komponentai gali būti panaudoti daug kartų, nereikia perbraižyti, atliekam keitimus jie automatiškai pereina ir i surinkimo vienetus. Todėl labai sumažinama klaidų tikimybė. Yra standartinių gaminių duomenų bazės, greitas darbo brėžinių sukūrimas, yra galimybė tiesiogiai susieti projektavimą su gamyba

Pakabos analizei atlikti naudojami: „Cosmos express" ir „Cosmos Motion' programiniai paketai. Jie leidžia atlikti dar nepagamintų gaminių analizę nustatant jų stiprumą, ir patikimumą.

1. AUTOMOBILIO PAKABŲ APŽVALGA

Pakabos paskirtis - švelninti smūgius, atsirandančius dėl kelio nelygumų. Pagal atsirandančius smūgius nustatomi pagrindiniai reikalavimai pakabai:

1. Pakabos kinematinė schema turi būti parinkta taip, kad užtikrintų kiek galima sklandesnį važiavimą, tačiau neturėtų jaustis smūgiai į eigos ribotuvus kartu pakaba turi užtikrinti, kad posūkiuose automobilis per daug nesvirs, stabdant „neknapsės“ priekine dalimi ir „nepritūps“ greitėjant.
2. Pakabos kinematinė schema turi būti parinkta taip, kad jai dirbant, kuo mažiau keistųsi erdvine rato padėtis (provėža, išvirtimo ir suvedimo kampai) ir šerdese padėties kampai.

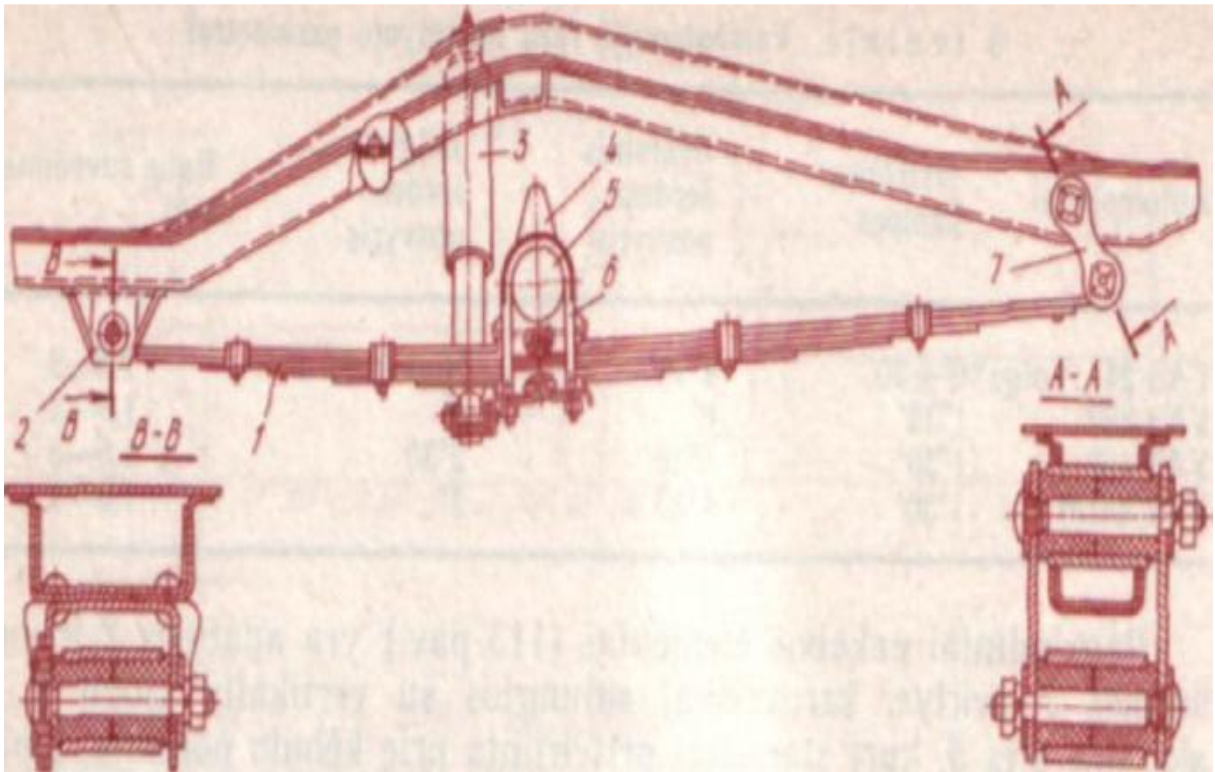
Be to, pakaba turi užtikrinti:

1. Optimalią virpesių slopinimo charakteristiką;
2. Rato išilginių ir skersinių apkrovų perdavimą kėbului ar rėmui ; Automobilių pakabos skirstomos į priklausomas ir nepriklausomas

Priklausomose pakabose ratai tarp savęs sujungti standžia jungtimi. Rato įlinkimo ir išlinkimo judesiai visuomet turi įtakos kito rato padėčiai privalumai: paprastesne, kai kuriais atvejais galines ašis stabilesnes, trūkumai: didelės neamortizuotos masės, ratų tarpusavio įtaka. Priklausomų pakabų tipai yra:

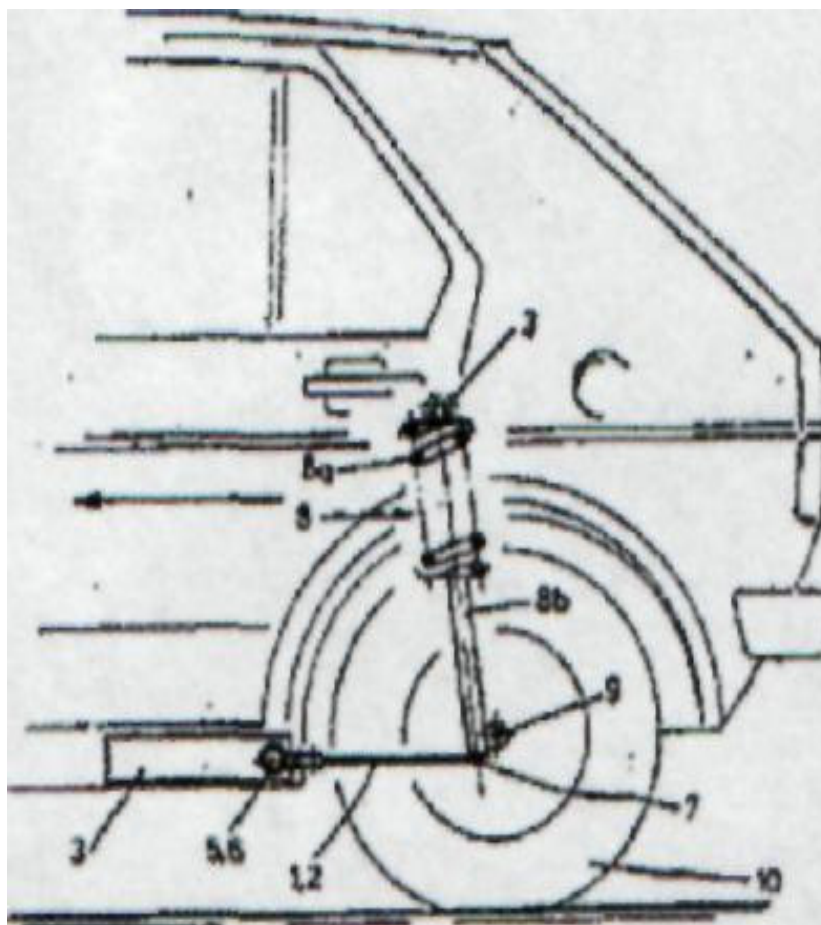
Lingines pakabos. Lingės ne tik atlieka tampraus elemento funkcijas, tačiau jos dirba ir kaip kreipiantysis elementas, nes gali perduoti į rėmą lenkimo momentus, atsirandančius greitėjant ir stabdant bei išilgines ir skersines jėgas. Šių pakabų privalumai: užima mažai vietos.

Priklausomos automobilio pakabos tamprieji elementai lingės kurios atlaiko vertikalia automobilio masės apkrovą ir perduoda kėbului visas atsirandančias jėgas ratams liečiantis su keliu. Priekinis lingės galas 1 šarnyriškai sujungtas su gembe 2 pritvirtinta prie kėbulo dugno lonžerono. Vidinė lingės dalis tvirtinama apkabomis 6 prie užpakalinio tilto sijos 5. Čia pat prie lingės apačios įtvirtintas amortizatorius 3. Viršutinė amortizatoriaus dalis sujungta su kėbulo dugnu. Užpakalinis lingės galas 4 sujungtas su kėbulo lonžeronu. Pakabos eigą aukšyn žemyn riboja guminė atrama 4.



1.1 Pav. Automobilio galinė priklausoma linginė pakaba

- 1 – lingės
- 2 – gembės šarnyras
- 3 - amortizatorius
- 4 – guminė atrama
- 5 – užpakalinio tilto sija
- 6 – tvirtinimo apkaba
- 7 – viršutinė aša sujungta su automobilio kėbulu.



1.2 Pav. Automobilio galinė priklausoma pakaba

- 1,2 – galinio skersinio svirtys
- 3 - automobilio kėbulas
- 4 – amortizatoriaus tvirtinimas automobilio kėbule
- 5,6 – guminiai sailentbloškai
- 7 – automobilio rato suportas su stabdymo mechanizmu
- 8 – amortizatorius
- 9 – amortizatoriaus tvirtinimas apkaba
- 10 – Automobilio ratas

Ši pakaba (1.2 pav.) naudojama automobiliuose ji sudaryta iš galinio skersinio svirčių 1, 2 esančių abiejuose kėbulo 3 pusėse ir amortizatorių 8, pritvirtinto prie rato atramos 9. Svirtys 1 ir 2 pagamintos iš lakštinio plieno. Svirtys 1 ir 2 pritvirtintos prie kėbulo 3 guminiais sailentblokais ir tvirtinimo varžtais 5 ir 6. Prie galinio skersinio iš abiejų galų yra tvirtinamas galinio rato suportas su guoliais ir stabdymo mechanizmu 7. Amortizatoriai 8 yra tvirtinami apačioje prie galinio skersinio amortizatoriaus tvirtinimo apkaboje 9. Automobilio ratas 10 yra tvirtinamas prie rato suporto su stabdymo mechanizmu 7.

Nepriklausomose pakabose išvengiama ratų tarpusavio ryšio, todėl ratų sukibimo su keliu sąlygos geresnės, tačiau nepriklausomu pakabų kinematika sudėtinga, atskiri parametrai susiję tarpusavyje ir jų konstrukcija sudėtingesnė. Nepriklausomų pakabų privalumas tai, kad jos geriau prisiderina prie kelio, sumažėja neamortizuotos masės, galima koreguoti kiekvieno rato kinematiką. Trūkumai: kreipiantieji elementai yra palyginti trumpi.

Nepriklausoma ratų pakaba su dvejomis svirtimis:

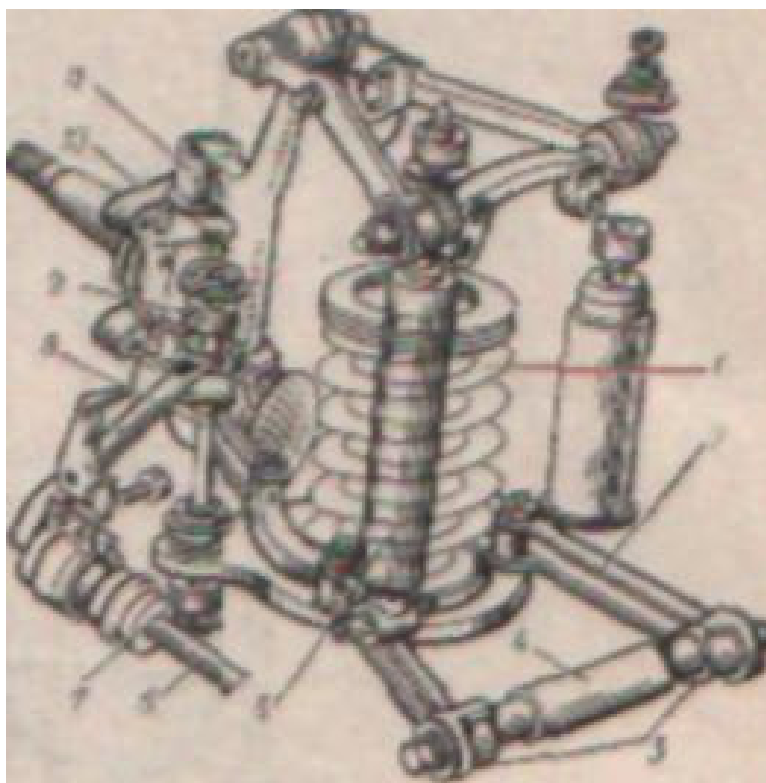
Šiuolaikinių automobilių pakabos svirtis su apatinėmis jungia statramstis 11. Prie jo posūkio pirštu pritvirtintas pasukamasis antgalis 10. Prie viršutinių ir apatinių svirčių statramstis prijungiamas pirštais ir guminėmis įvorėmis.

Užvažiavus ratui ant kliūtis, apatinė svirtis pakyla, suspausdama spyruoklę, kuri atlaiko tam ratui tenkančios automobilio masės dalį.

Su nepriklausoma ratų pakaba naudojamas torsioninis skersinio stabilumo stabilizatorius. Kubuliui pakrypus į šoną ir padidėjus vienos pusės apkrovai, stabilizatoriaus strypas išlinksta susisukdamas šiek tiek išlygina kėbulą. Skersinio stabilumo stabilizatoriaus strypeliai 6. Jo tvirtinimo strypeliai 8 prakišti pro pakabos apatinių dešiniųjų ir kairiųjų gumines įvoves 7 ir 9.

Naujesniuose automobilių modeliuose naudojama pakaba be priekinio posūkio piršto. Esant tokiai konstrukcijai, rato ašigalis esti pagamintas išvien su pasukamuoju statramsčiu, kuris per rutulinius šarnyrus pritvirtintas prie pakabos svirčių apatinės ir viršutinės. Šarnyrai yra gaminami su guminiiais gaubtais, todėl į juos nepatenka dulkių ir drėgmės. Vidiniai apatinių svirčių galai ašimi sujungti su pakabos skerse. Ašis prakišta pro gumines metalines įvoves, įpresuotas svirčių skylėse. Ant abiejų įsriegtų ašies galų užsukamos veržlės. Cilindrinių spyruoklių apatinė dalis remiasi į svyruojančias metalines svirtis, o jų viršutinė dalis – į plienines štampuotas taures, kurios per izoliuojančius guminius tarpiklius remiasi I statramsčių atramas. Spyruoklės viduriu praeinančio teleskopinio amortizatoriaus viršutinė dalis kotu, kurio galas įsriegtas, pritvirtintas prie kėbulo. O apatinė dalis prie svyruojančios svirties. Ir viršuje ir apačioje tvirtinimo vietose įtvirtintos guminės įvorės.

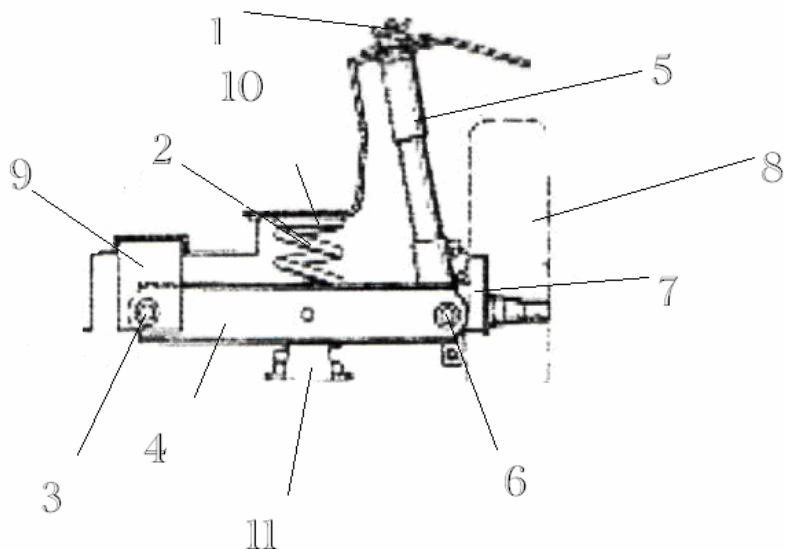
Pakaba be posūkio šarnyro piršto yra daug paprastesnės konstrukcijos už pakabą su posūkio pirštu. Vienas trūkumas yra reikia dažniau tikrinti ratų nustatymo kampus, nes jie gali pasikeisti dėl įvairiausių atsitiktinių priežasčių, duobėtojo kelio, stipraus smūgio į automobilio važiuoklę.



1.3 pav.dviejų svirčių nepriklausoma automobilio pakaba

- 1- spyruoklė;
- 2- apatinė svirtis;
- 3- šarnyrai;
- 4- ašis;
- 5- amortizatorius;
- 6- skersinio stabilumo stabilizatorius
- 7,9- guminės įvorės
- 8- stabilizatoriaus strypelis.
- 10-pasukamasis ašigalis
- 11- priekinės pakabos statramstis.

2. Vienos svirties pakaba. Šios pakabos kinematinės savybės panašios į dviejų svirčių pakabos. Keičiant svirties ašies padėtį bei svirties matmenis, galima gauti norimą charakteristiką. Vienos svirties pakabos variantas, kai svirties ašis statmena automobilio simetrijos plokštumai (išilgine svirtis), pakabai dirbant, nesikeičia provėža.



1.4 Pav. Automobilio nepriklausoma pakaba su viena svirtimi

- 1 – amortizatoriaus tvirtinimas prie automobilio kėbulo
- 2 – sraigtinė spyruoklė
- 3 – svirties tvirtinimas prie automobilio kėbulo
- 4 – svirtis
- 5 – amortizatorius
- 6 – amortizatoriaus tvirtinimas prie svirties
- 7 – rato suportas
- 8 – ratas
- 9 – automobilio kėbulas
- 10 – viršutinis spyruoklės kronšteinas
- 11 – apatinis spyruoklės kronšteinas

Ši nepriklausoma ratų pakaba (1.4 pav.) turi teleskopinį statramstį nejudamai pritvirtintą prie rato suportų konstrukcijos. Jo viršus pritvirtintas prie automobilio kėbulo. Dvi iš šonų einančios svirtys iš vienos puses šarnyriškai sujungtos su stebulės konstrukcija, o iš kitos pusės su automobilio kėbulu. Ant svirčių šarnyriškai įtaisyti kronšteinai spyruoklėms įstatyti. Kitas galas spyruoklės remiasi į kėbulą. Kronšteinai gali pasisukti svirties atžvilgiu, jai judant į viršų ar apačią.

Svirts yra tokie konstrukciniai elementai, kurie atlieka svyravimo judesius ir kreipia ratus. Prie kėbulo svirtys tvirtinamos sailentbloko šarnyrais taip, kad galėtų judėti. Šios atraminės dalys, turi atitikti tokius reikalavimus:

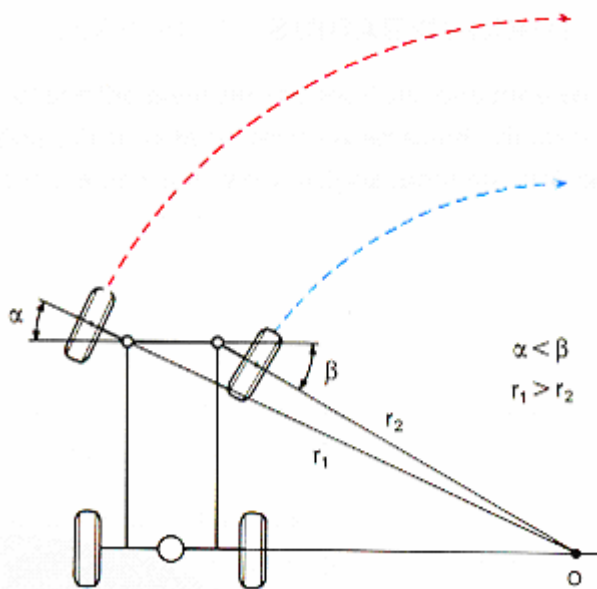
- 1 Lengvas svirties judėjimas;

2. Nedidelis elastingumas atraminių dalių viduje:
3. Veikimas izoliuojant triukšmą;
4. Nereikalingas techninis aptarnavimas.

Sailentbloko šarnyrai sudaryti iš išorinio vamzdžio, vidinio vamzdžio ir cilindrinės gumines dalies. Guminė dalis, veikiant dideliame slėgiui, spaudžiama tarp išorinio ir vidinio vamzdžio. Sailentbloko šarnyras įspaudžiamas į svirtį, vidinis vamzdis varžtu pritvirtinamas prie automobilio kėbulo. Jeigu abu vamzdžiai susukami, įvyksta elastinė gumines dalies deformacija. Sailentbloko šarnyrai gauna dideles jėgas radialine kryptimi.

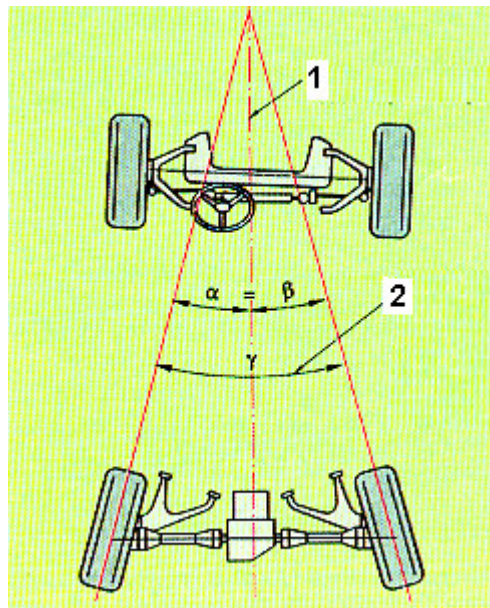
1.2. AUTOMOBILIO RATŲ GEOMETRIJA

Vairo pavaros konstrukcija yra tokia, kad sukant automobilį visi jo ratai sukūsi be šoninio slydimo. Todėl automobilį lengva valdyti ir mažiausiai dyla jo padangos, važiuoklės ir pakabos įranga. Reikia, kad visų automobilio ratų geometrinės ašys susikirstų viename taške, bendrame ratų brėžiamame apskritimų centre, kuris dar vadinamas koncentrinė apskritimų centru. Kad visų ratų posūkio centras būtų vienodas, vidinis vairuojamasis ratas turi pasisukti didesniu kampų negu išorinis. 1.5 paveikslėlyje pavaizduoti automobilio ratų geometrijos kampai, kuriuose ratų ašys susikerta viename bendrame koncentrinė apskritimų taške. Vairuojamųjų ratų posūkio kampų dydžiai yra skirtingi, tai vienas iš reikalavimų automobilio ratų geometrijoje.



1.5 pav. Ratų geometrijos kampai

Šis reikalavimas įvykdomas, panaudojant automobilio priekinės ašies ir skersinės vairo traukę. Šoninės jėgos veikia posūkio kakliukų svirtis. Kai kurių lengvųjų automobilių ratų geometriją sudaro vairo svirtis, švytuoklinė svirtis, vidurinė vairo traukė, dvi šoninės, kairioji ir dešinioji svirtys ir traukės su reguliavimo vamzdeliais bei dvi posūkio kakliukų svirtys. Vieną skersinę traukę pakeitus trimis, vidurine ir dviem šoninėmis trauklėmis, vienu metu pasukami priekiniai ratai, vienam iš jų pasistumiant ant pakabos nepriklausomai nuo kitų. Ant išsikišusios veleno dalies vairo svirtis turi būti įtvirtinta taip, kad negalėtų pasisukti. Tam tikslui vairo veleno ir vairo svirties ašyje padarytos mažos išilginės išdrožos. Vairo svirtis tiksliai įtvirtinama ant veleno, nes keletas išdrožių yra padarytos kartu. Vairo traukių galuose įtaisomi rutuliniai pirštai, pirštai fiksuojami plastmasinių pusiau ovalių liejinių įkaišuose. Įkaišai apatinėje dalyje užfiksuojami. Tokia vairo įranga užtikrina patikimą automobilio ratų geometriją. Ratų geometrijos stoviui patikrinti reikia, kad stovintys automobilio ratai neperduotų pakabai jokių vibracinių ir dinaminių jėgų. Todėl prieš kiekvieną ratų geometrijos patikrinimą, būtina nors lengvai rankomis pasiūbuoti automobilį, po to dar vairo ratu pasukti vairo įrangą į abi puses. Atlikus šią operaciją pašalinami galimi įtempimai automobilio ratų pakaboje. Prieš tikrinant automobilio ratų geometriją, ypač tiksliai pastatyti automobilio nereikalaujama. 1.6 paveikslėlyje matome automobilio ratų geometriją ir tai, kaip automobilio ratai yra vairuojami abiejuose ašyse. 1 – 2 matome ratų geometrijos kampų dydžių skirtumus. Ratų kampų skirtumų dydžiai susikerta viename taške. Teisingai sureguliuota automobilio ratų geometrija užtikrina nepriekaištingą automobilio eksploataciją.



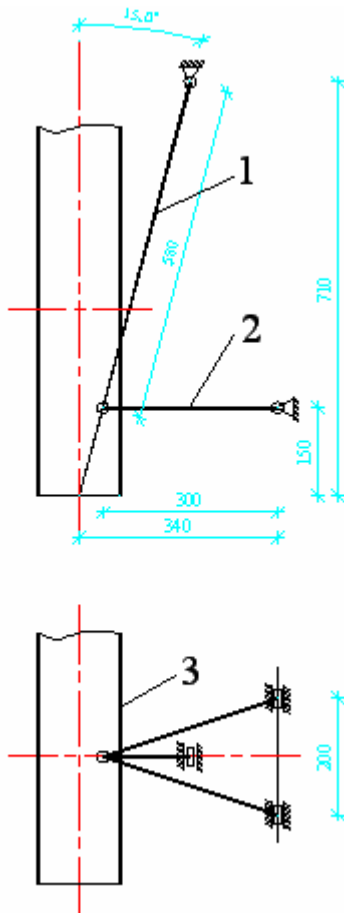
1.6 pav. Ratų geometrija.

Ratų geometriją galima patikrinti ir sureguliuoti tik specialia diagnostine įranga. Pirmiausiai atliekame ratlankių judėjimo paklaidas, nes čia gali būti dideli vibraciniai judesiai, keliantys rezonansinius smūgius. Automobilį reikia pakelti ir ratus pasukti 90° kampu, tada pamatysime šiam matavimui būdingas reikšmes, kurios parodys diagnostikos prietaise esamus kampus. Atliekant bandymus apkrautos transporto priemonės ratų geometrijai tikrinti, matuojame du kartus, - vieną kartą su krovinium arba žmonėmis, antrą kartą be jų. Tada palyginami gauti rezultatai,. Jei vairo įrangos ir pakabos sistemos tvarkingos, ratų geometrijos rezultatai atitiks diagnostinės įrangos parametrus. Jei ratų geometrijos parametrų parodymai neatitinka standartų, reikia remontuoti vairo mechanizmą ir ratų pakabą, nuo kurių priklauso automobilio ratų geometrija.

2. NAGRINĖJAMO OBJEKTO APRAŠYMAS

Išnagrinėjus automobilio pakabų tipus buvo pasirinkta projektuoti nepriklausomą pakabą su apatine svirtimi ir amortizatoriumi. Čia pasirinkta apatinės svirties konstrukcija iš vamzdinio profilio, kad būtų galima palengvinti pakabos svorį o standartiškai gaminama svirtis yra šampuota ir sunkesnė negu vamzdinė. Šią suprojektuota svirtį apkrausime 5000 N jėga ir atliksime jos stipruminius skaičiavimus su Cosmos Motion programa. Norint kad automobilis saugiau ir patikimiau važiuotų duobėtais keliais į galinę priklausoma automobilio pakabą su skersinio svirtimi įmontuosime apatinę svirtį ir ji taps nepriklausoma pakaba ir tai pagerins važiavimo kokybę duobėtame kelyje ir sumažins smūgius į automobilio kėbulą. Atlikus šiuos pakeitimus bus pasiektas didesnis važiavimo automobiliu komfortas.

2.1 PAKABOS PRINCIPINĖS SCHEMOS SUDARYMAS



2.1Pav. Pakabos principinė schema

- 1- amortizatorius
- 2 – apatinės svirtis
- 3 – automobilio ratas

Projektuojama galine pakaba sudaryta iš šių standartinių detalių :

- 1 Amortizatorius;
2. .Spyruoklė
- 3, Amortizatoriaus tvirtinimo dangtelis;
4. Apatine spyruoklės lėkštelė;
5. Viršutine spyruokles lėkšte;
- 6.Guminė atrama;
7. Išorinis amortizatoriaus vamzdis;
8. Amortizatoriaus tvirtinimo flanšas,
9. Stebulė;
10. Rutulinis šarnyras;
- 11 sailentbloko šarnyras 2vnt ;
- 12 Apsaugine skarda;
13. Flanšas
14. Stabdžių diskas;
15. Stabdžių suportas;
- 16 Stabdžių kaladėlės 2vnt.

Pakaboje suprojektuotos nestandartines detales :

1. Apatine svirtis;
2. Rutulinio šarnyro pirštas;

Suprojektuota apatine svirtis iš vienos puses sailentbloko šarnyrais pritvirtinta prie kėbulo, o iš kitos puses — sujungta su rutuliniu šarnyru. Spyruokle (taisyta ant amortizatoriaus, (tvirtinant ją tarp viršutinės ir apatinės spyruokles lėkštelių Apatine spyruokles lėkšte privirinta prie išorinio amortizatoriaus vamzdžio, o viršutine uždėta ant amortizatoriaus koto ir kartu su amortizatoriaus tvirtinimo flanšu, kuriame yra atraminis guolis, gumine atrama ir tvirtinimo dangteliu pritvirtina prie kėbulo. Pakaboje naudojama spyruokle. kurios tiesines charakteristikos dalies standumas = 10000 N/m ir amortizatorius, kurio tiesinės charakteristikos dalies klampumas ~ 1700 N\ m

2.2. PAGRINDINIŲ PARAMETRŲ NUSTATYMAS

Rato statinio spindulio

skaičiavimas: Rato duomenys

180/60 RI5

$$R_{st} = 0.5 \cdot d + \Delta \cdot \lambda_s \cdot B \quad (2.1) \quad (2 - 404 \text{ pusl.})$$

čia d – ratlankio skersmuo, mm;

Δ – padangos profilio aukštis;

λ_s – padangos deformacijos koeficientas,

B – padangos aukščio ir pločio santykis.

$$d = 25.4 \cdot 13 = 381 \text{ mm}$$

$$\lambda_s = 0.82 \dots 0.9 \quad (2 - 404 \text{ pusl.})$$

$$\text{Priimu } \lambda_s = 0.85$$

$$R_{st} = 0.5 \cdot 381 + 0.6 \cdot 0.81 \cdot 180 = 0,28 \text{ m}$$

Rato riedėjimo spindulio skaičiavimas coliais:

$$R_r = 0.0127 d + 0.00085 b \quad (2.2) \quad (2 - 405 \text{ pusl.})$$

Čia: d – ratlankio skersmuo coliais

b – padangos profilio plotis mm

$$R_r = 0.0127 \cdot 15 + 0.00085 \cdot 185 = 0.34 \text{ m}$$

Padangos deformacijos koeficientas:

$$\lambda = R_{st} / R_r$$

$$\lambda = 0.28 / 0.34 = 0.82$$

::

2.3 STABDYMO METU VEIKIANČIŲ APKROVŲ SKAIČIAVIMAS

Yra nustatomos 2 stabdymo jėgos dedamosios: horizontali ir vertikali Horizontali jėgos dedamoji: Masė tenkanti galiniam tiltui yra 48% , todėl stabdymo jėga tenkanti vienam galimam ratui:

$$F_{st} = 0.24 \cdot m_a \cdot j \quad (2.3) \quad (1 - 131 \text{ pusl.})$$

čia m_a automobilio masė tenkanti galiniai ašiai kg.

j automobilio didžiausias išvystomas pagreitis, m/s",

$$F_{st} = 0.24 \cdot 400 \cdot 8 = 768 \text{ N}$$

Pradėjus stabdyti automobili Jis "pritūpia" dėl masės persiskirstymo. Todėl ši apkrova dar yra padidinama apie 25%.

$$F_H = F_{st} \cdot 1.25 = 768 \cdot 1.25 = 960 \text{ N} \quad (2.4) \quad (1 - 131 \text{ PUSL})$$

Vertikali dedamoji:

$$F_v = 0.25 \cdot m_r \cdot 10$$

m_r - automobilio masė tenkanti vienam galiniam ratui,
kg;

$$F_v = 0.25 \cdot m_r \cdot 10 = 240 \text{ N}$$

2.4 DETALIŲ MEDŽIAGŲ IR SUVIRINIMO SIŪLIŲ PARINKIMAS

Detalių medžiagos ir ruošinio parinkimas :

Pakabos apatinė svirtis susideda iš 2 vamzdžių, plokštelės ir 2 sailenbloko įvorių. Svirties plokštelė pagaminta iš 4 mm stono plieno St37 (DIN 17100) skardos lakšto (ISO 1035/3-/2). Svirties konstravimui taip pat panaudoti 2 standartinio skerspjūvio 300mm ilgio, $\phi 25 \times 2,5$ mm vamzdžiai (ISO 1200-1982) iš plieno 8137 (DIN 17100). Vamzdžių galams užkimšti panaudoti 2 plastmasiniai kamščiai pagaminti iš poliuretano Sailenbloką įvorėms pagaminti panaudoti 2 ,20 mm ilgio, $\phi 36 \times 2$ mm vamzdžiai (ISO 4200-19H2) iš plieno St37 (DIN 17100) Svirties detalėms parinktas plienas St37 todėl, kad jos turi būti lengvai suvirinamos. Svirtis bus dažoma milteliniais dažais RAL, 9011 stonu 90 μ m.

Siūlės ilgis:

$$l = 2 \cdot \pi \cdot R \quad (2.6) \quad (6 - 103\text{psl})$$

čia R – spindulys m;

$$l = 2 \cdot \pi \cdot R = 2 \cdot 3.14 \cdot 0.0125 = 0.0785 \text{ m}$$

Tangentiniai įtempimai:

$$\tau_s = F \cdot k_\sigma / A = F \cdot k_\sigma / h \cdot l < \tau_{\text{alls}} \quad (2.7) \quad (6 - 103\text{psl.})$$

čia k_σ – koeficientas įvertinantis apkrovos pobūdį;

F – stabdymo jėga. N;

h – siūlės aukštis, m;

l – siūlės ilgis. m.

$$k_\tau = 2,7 \quad (6 - 115\text{psl.})$$

$$\tau_{\text{alls}} = 50 \text{ MPa} \quad (6 - 115\text{psl})$$

$$\tau_s = 960 \cdot 2.7 / 0.001414 \cdot 0.0785 = 23.4 \text{ MPa} < \tau_{\text{alls}}$$

Išvados: Siūlė yra pakankamo stiprumo.

.vamzdis - plokštelė" Siūlių aukščiai:

$$h_1 = a \cdot \sin 45^\circ = 3 \cdot 0,707 = 2,12 \text{ mm} = 0,00212 \text{ m} \quad (2.7) \quad (6-115\text{pusl.})$$

$$h_2 = a \cdot \sin 45^0 = 1,5 \cdot 0,707 = 1,06 \text{ mm} = 0.00106\text{m} \quad (2.8) \quad (6-115\text{pusl.})$$

Tangentiniai įtempimai:

$$\tau_s = F \cdot k_\sigma / 2 \cdot A_1 + 2 \cdot A_2 = F \cdot k_\sigma / 2 \cdot h_1 \cdot l + 2h_2 \cdot l < \tau_{\text{all}}$$

$$k_\sigma = 2.7 \quad (6 - 115\text{pusl.})$$

$$\tau_{\text{alls}} = 50 \text{ MPa} \quad (6 - 115\text{pusl})$$

$$\tau_s = 960 \cdot 2.7 / 2 \cdot 0.00212 \cdot 0.0846 + 2 \cdot 0.00106 \cdot 0.0846 = 4.82 \text{ MPa} < \tau_{\text{alls}}$$

Išvados: Siūlė yra pakankamo stiprumo.

2.5 PRESUOTO SUJUNGIMO APATINĖ SVIRTIS – SAILENBLOKAS SKAIŠIAVIMAS

Presuotojo sujungimo įvarža ir presavimo būdas priklauso nuo detalių sujungimo paviršiuje veikiančio slėgio p . Jis turi būti toks kad jungiamųjų detalių paviršiuje trinties jėgos būtų didesnės už sujungimą veikiančias jėgas. Presuotojo cilindrinio sujungimo stiprumą veikia sujungimą veikiančios apkrovos (jėga, sukimo momentas, jėga ir sukimo momentas), įvarža ir gaubiančiosios detalės įtempimai. Presuotąjį sujungimą veikiant ašiniai jėgai F_a detalių lietimosi paviršiuose atsiranda trinties jėgos, nuo kurių priklauso sujungimo stiprumas.

Presuoto sujungimo apatinė svirtis sailenblokas skaičiavimas:

Reikalingas slėgis detalių paviršiuje:

$$p = F_a / \pi \cdot f \cdot d \cdot l \quad (2.8)$$

čia f – trinties koeficientas;

d – jungiamųjų detalių skersmuo;

l – detalių jungiamo paviršiaus ilgis.

Čia priimame kad vienam ratui F_a yra lygi 4000 N, nes automobilio apkrova galinei ašiai yra 40%.

$$p = 4000 / 3.14 \cdot 0.13 \cdot 35 \cdot 32 = 4000 / 457 = 8,75 \quad (2.9)$$

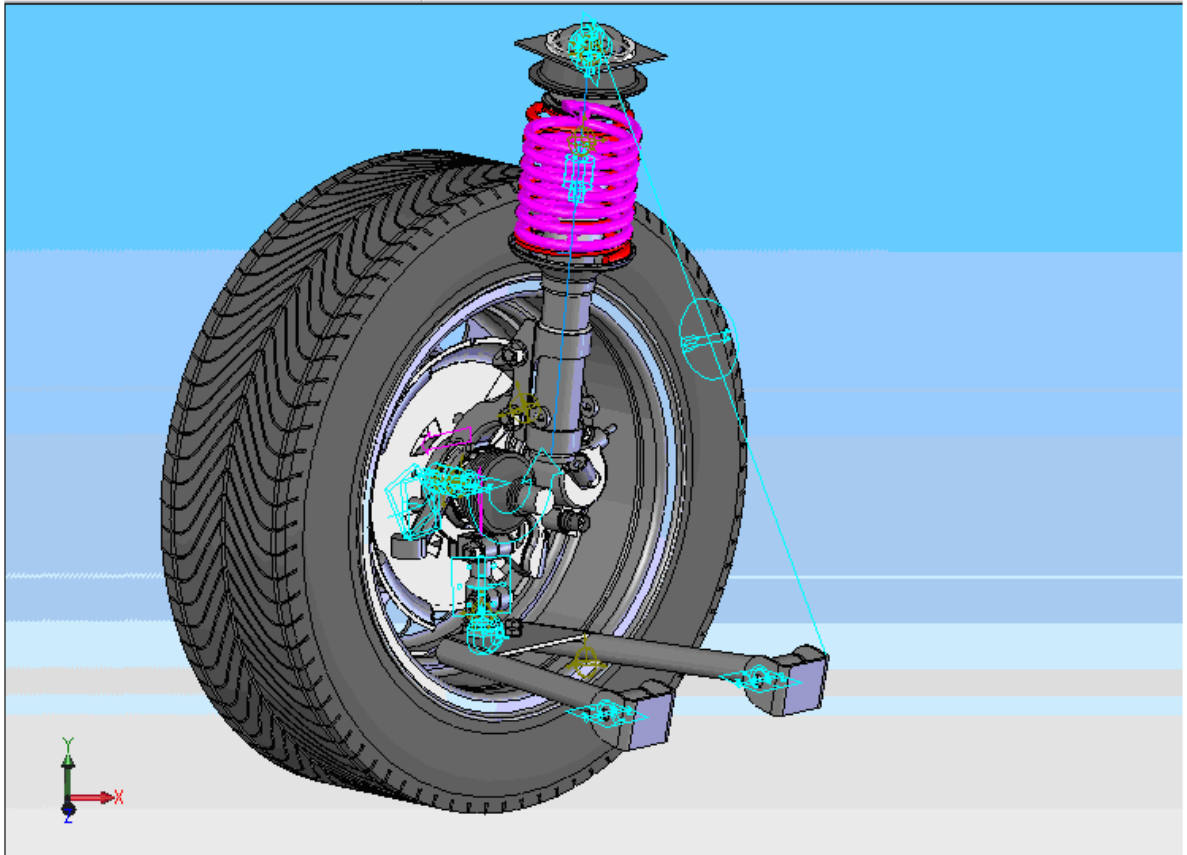
Presuotojo sujungimo veikiant sukimo momentui T stiprumo sąlyga:

$$T = \pi \cdot f \cdot d \cdot l \cdot p \cdot d / 2$$

$$T = 3.14 \cdot 0.13 \cdot 35 \cdot 32 \cdot 8,75 \cdot 17,5 / 2 = 35003$$

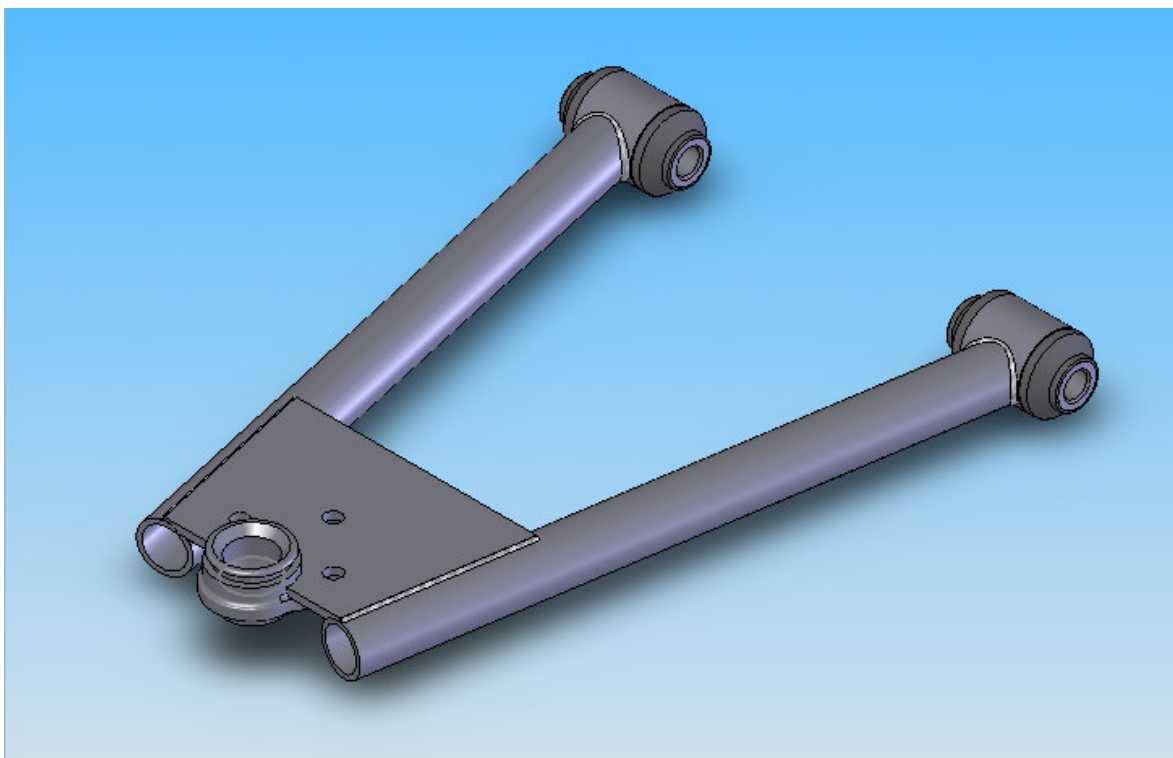
2.6 PAKABOS ERDVINIO MODELIO SUDARYMAS

Iš pradžių yra sumodeliuojamos pakabą sudarančios detalės. Jos turi būti technologiškos ir lengvai surenkamos tarpusavyje. Pakabos modeliui sudaryti naudojame SolidWorks programa braižome atskiras detales ir po to surenkame į bendrą modelį.

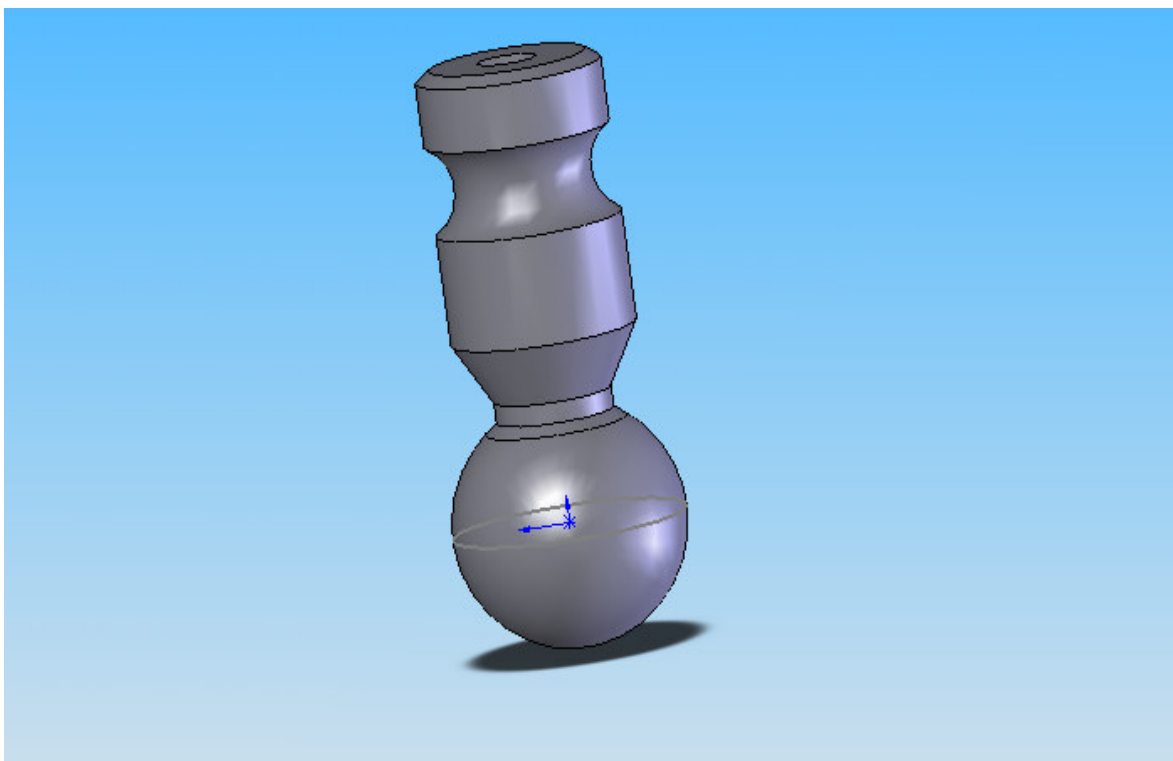


2.2 Pav. Pakabos erdvinis modelis

Projektuojamos nestandartinės detalės:



2.3 Pav. apatinė svirtis

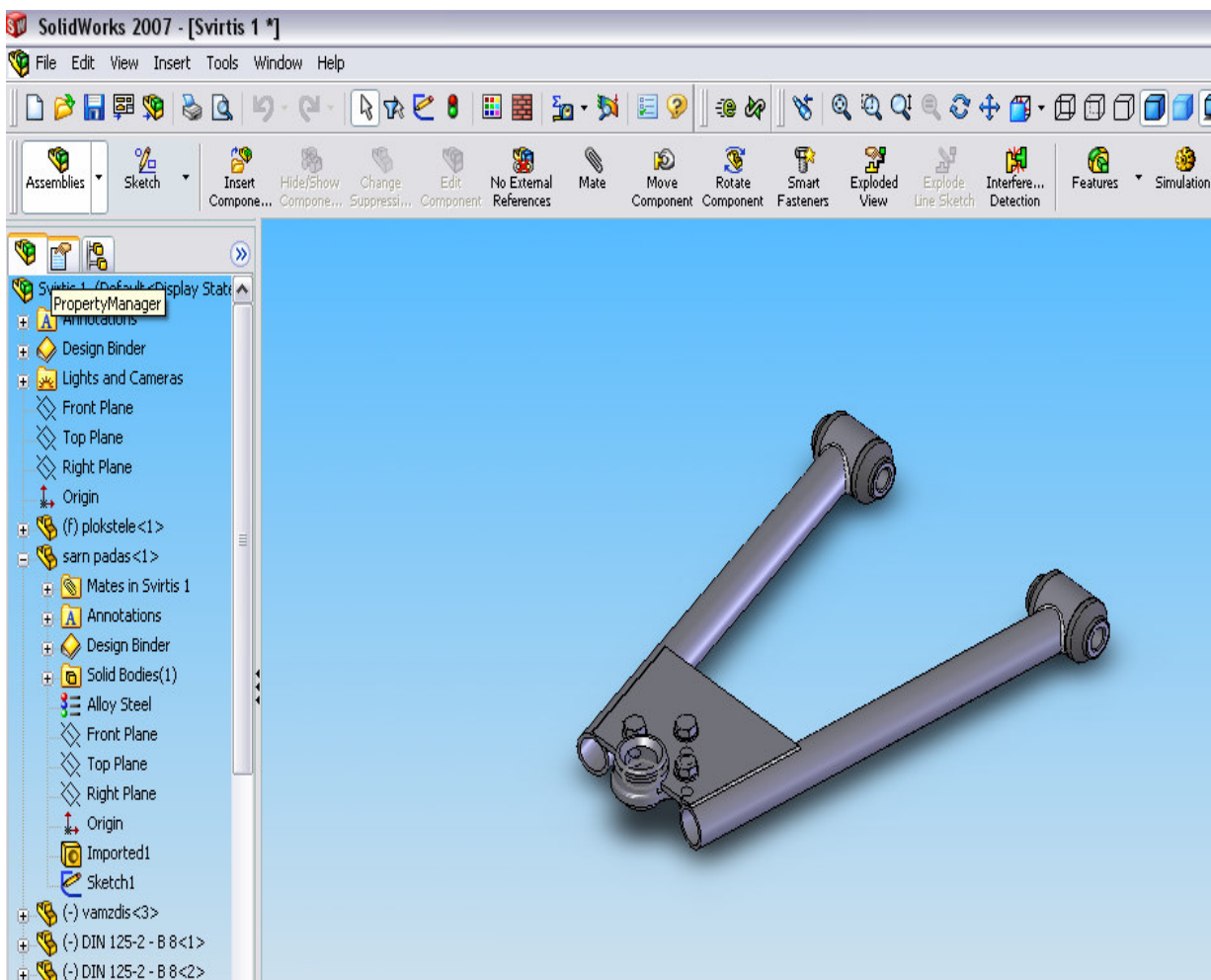


2.4 Pav. rutulinio šarnyro pirštas

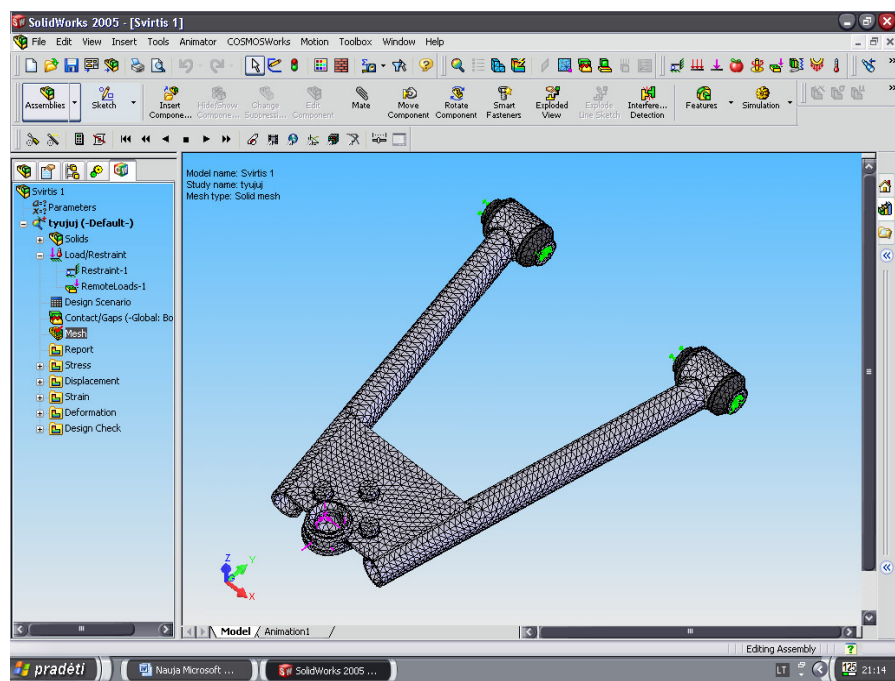
3. PROJEKTUOJAMŲ DETALIŲ STIPRUMINĖ ANALIZĖ

3.1 APATINĖS SVIRTIES STIPRUMINĖ ANALIZĖ

Svirties analizė atliekama Cosmos Motion simuliacija. Sudedamos nustatytos jėgos, įtvirtinimai, po to kiekvienai detalei priskiriama medžiaga. Kadangi svirtis yra suvirinta konstrukcija, todėl yra parenkama medžiaga, kuri yra lengvai suvirinama. Taip pat yra įvertinamos ir sailentbloką gumos. Galiausiai, svirtis yra suskaidoma į baigtinių elementų tinklą ir atliekama analizė.



3.1 Pav. apatinės svirties brėžinys



3.2 Pav. Apatinės svirties suskirstymas į baigtinių elementų tinklą

Baigtinių elementų tinklelio savybės:

Tinklelio tipas:	Solid mesh
Tinklelio sudarymas:	Standard
Automatinis perėjimas:	Off
Lygus paviršius:	On
Jacobiano tikrinimas:	4 Points
Elemento dydis:	5 mm
Tolerancija:	0.25 mm
Tikslumas:	High
Elementų skaičius:	29168
Mazgų skaičius:	53613

Detalių savybės:

Nr.	Detalės pavadinimas	Medžiaga	Masė	Tūris
1	DIN 125-2 - B 8-1	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.00183395 kg	2.33031e-007 m ³
2	DIN 125-2 - B 8-2	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.00183395 kg	2.33031e-007 m ³
3	DIN 125-2 - B 8-3	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.00183395 kg	2.33031e-007 m ³
4	DIN 125-2 - B 8-4	AISI 1020 Steel, Cold	0.00183395	2.33031e-007

		Rolled	kg	m ³
5	DIN 125-2 - B 8-5	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.00183395 kg	2.33031e-007 m ³
6	DIN 125-2 - B 8-6	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.00183395 kg	2.33031e-007 m ³
7	DIN 555-5 - M8-1	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.0054349 kg	6.90585e-007 m ³
8	DIN 555-5 - M8-2	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.0054349 kg	6.90585e-007 m ³
9	DIN 555-5 - M8-3	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.0054349 kg	6.90585e-007 m ³
10	ISO 4018 - M8 x 20-1	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.0139434 kg	1.77171e-006 m ³
11	ISO 4018 - M8 x 20-2	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.0139434 kg	1.77171e-006 m ³
12	ISO 4018 - M8 x 20-3	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.0139434 kg	1.77171e-006 m ³
13	bead10-1	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.00600869 kg	7.63493e-007 m ³
14	bead11-1	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.00111529 kg	1.41714e-007 m ³
15	bead12-1	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.00111527 kg	1.41711e-007 m ³
16	bead14-1	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.00119508 kg	1.51852e-007 m ³
17	bead16-1	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.00119511 kg	1.51856e-007 m ³
18	bead9-4	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.00600868 kg	7.63492e-007 m ³
19	plokstele-1	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.246783 kg	3.13575e-005 m ³
20	sail blk guma-1	Rubber	0.0199753 kg	1.99753e-005 m ³
21	sail blk guma-2	Rubber	0.0199753 kg	1.99753e-005 m ³
22	sail blk ivore-1	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.0600781 kg	7.63381e-006 m ³
23	sail blk ivore-2	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.0600781 kg	7.63381e-006 m ³
24	sail blk vid-1	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.0882988 kg	1.12197e-005 m ³

25	sail blk vid-2	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.0882988 kg	1.12197e-005 m ³
26	sarn padas-1	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.19693 kg	2.50229e-005 m ³
27	vamzdis-3	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.40028 kg	5.08615e-005 m ³
28	vamzdis-4	AISI 1020 Steel, Cold Rolled	0.40028 kg	5.08615e-005 m ³

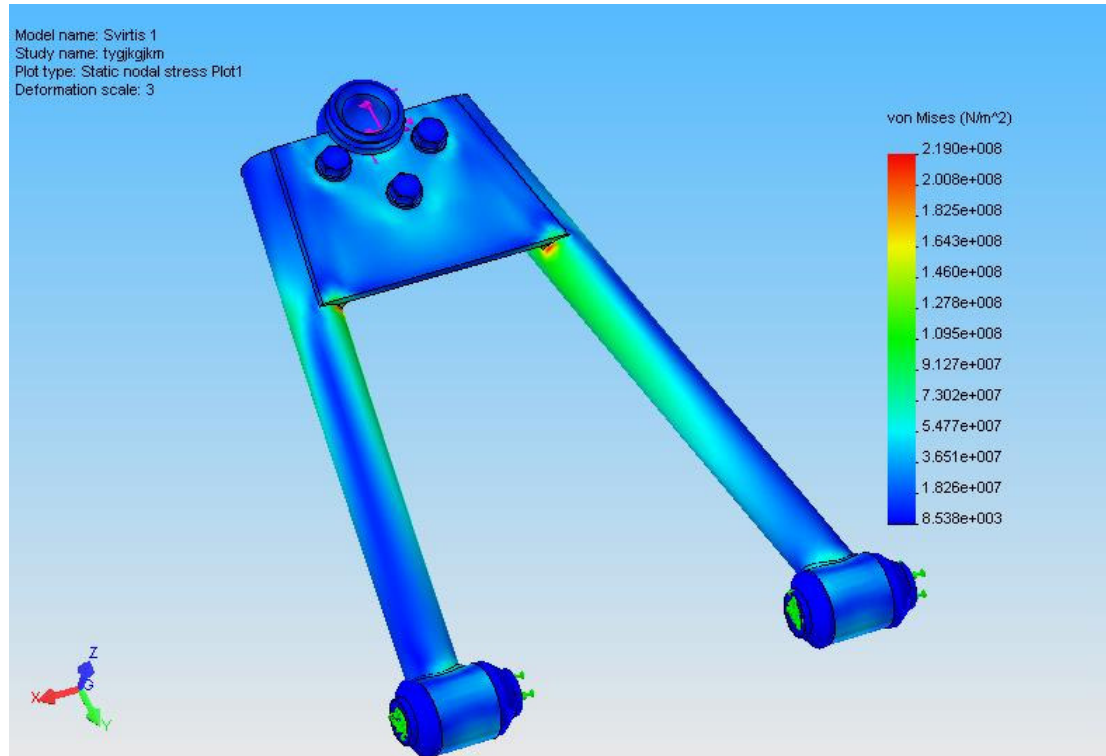
AISI 1020 plieno savybės:

Dydžio pavadinimas	Reikšmė	Vienetai	Tipas
Tamprumo modulis	2.05e+011	N/m ²	Constant
Puasono koeficientas	0.29	NA	Constant
Šlyties modulis	8e+010	N/m ²	Constant
Tankis	7870	kg/m ³	Constant
Tempimo stiprumo riba	4.2e+008	N/m ²	Constant
Takumo riba	3.5e+008	N/m ²	Constant
Šiluminio plėtimosi koeficientas	1.17e-005	/Kelvin	Constant
Šiluminis laidumas	51.9	W/(m.K)	Constant
Specifinė šiluma	486	J/(kg.K)	Constant

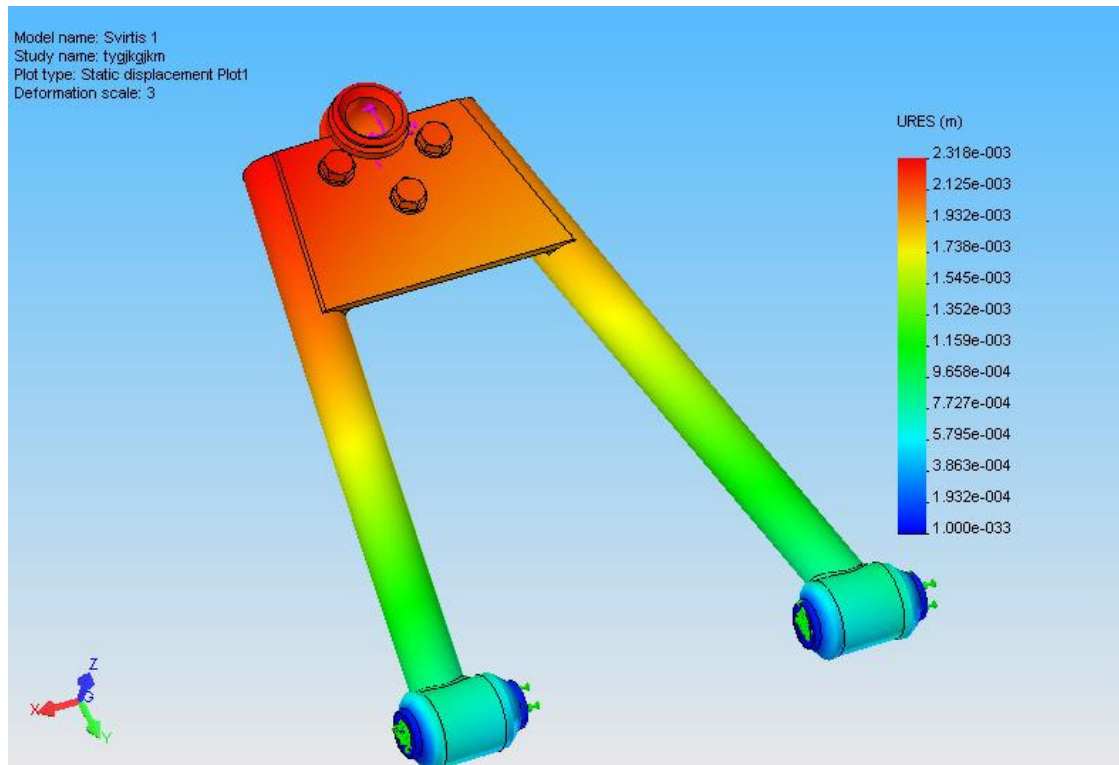
Gumos savybės:

Dydžio pavadinimas	Reikšmė	Vienetai	Tipas
Tamprumo modulis	6.1e+006	N/m ²	Constant
Puasono koeficientas	0.49	NA	Constant
Šlyties modulis	2.9e+006	N/m ²	Constant
Tankis	1000	kg/m ³	Constant
Tempimo stiprumo riba	1.3787e+007	N/m ²	Constant
Takumo riba	9.2374e+006	N/m ²	Constant
Šiluminio plėtimosi koeficientas	0.00067	/Kelvin	Constant
Šiluminis laidumas	0.14	W/(m.K)	Constant

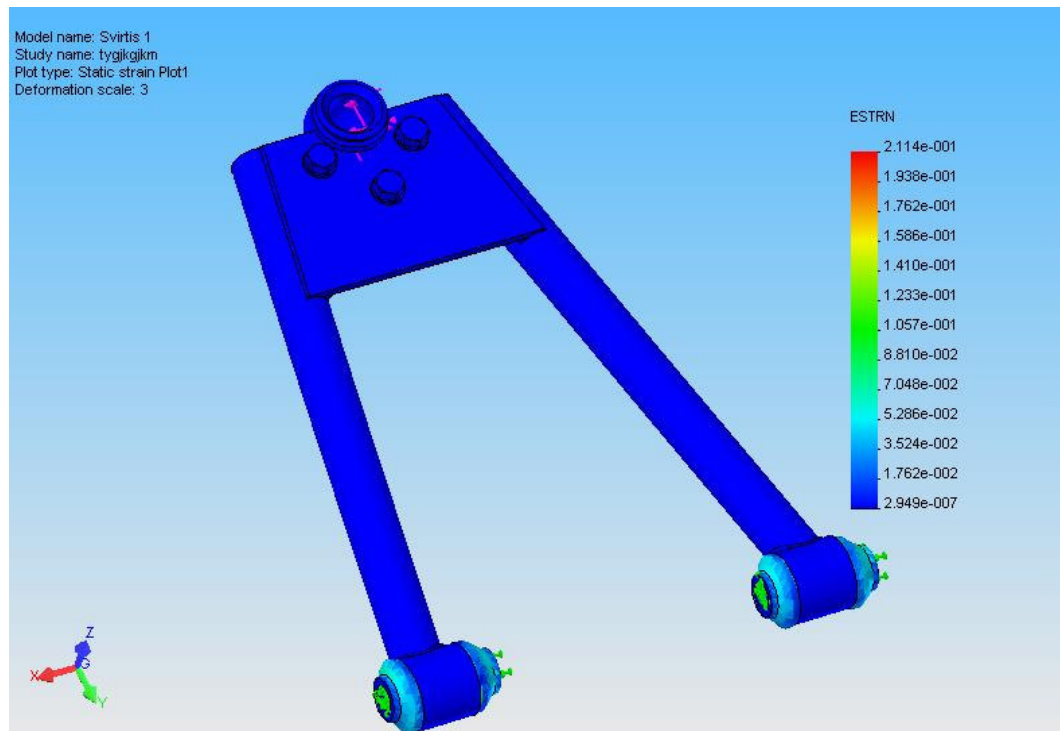
Von Mizes'o įtempiai:



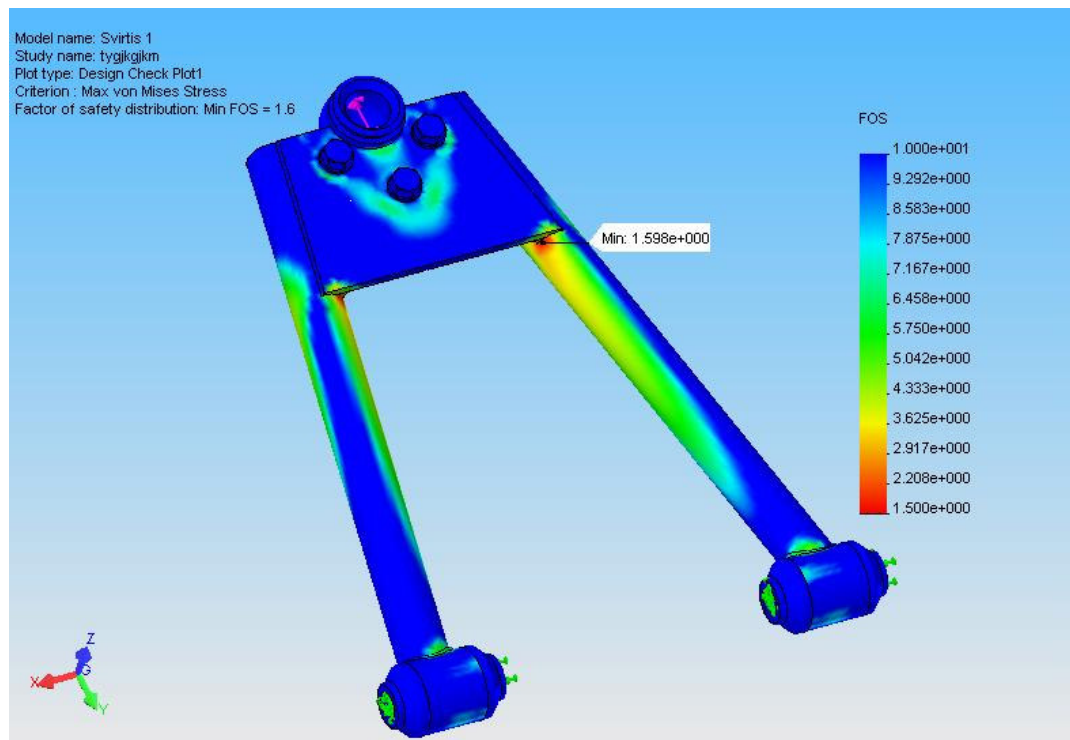
Suminiai poslinkiai:



Deformacijos:

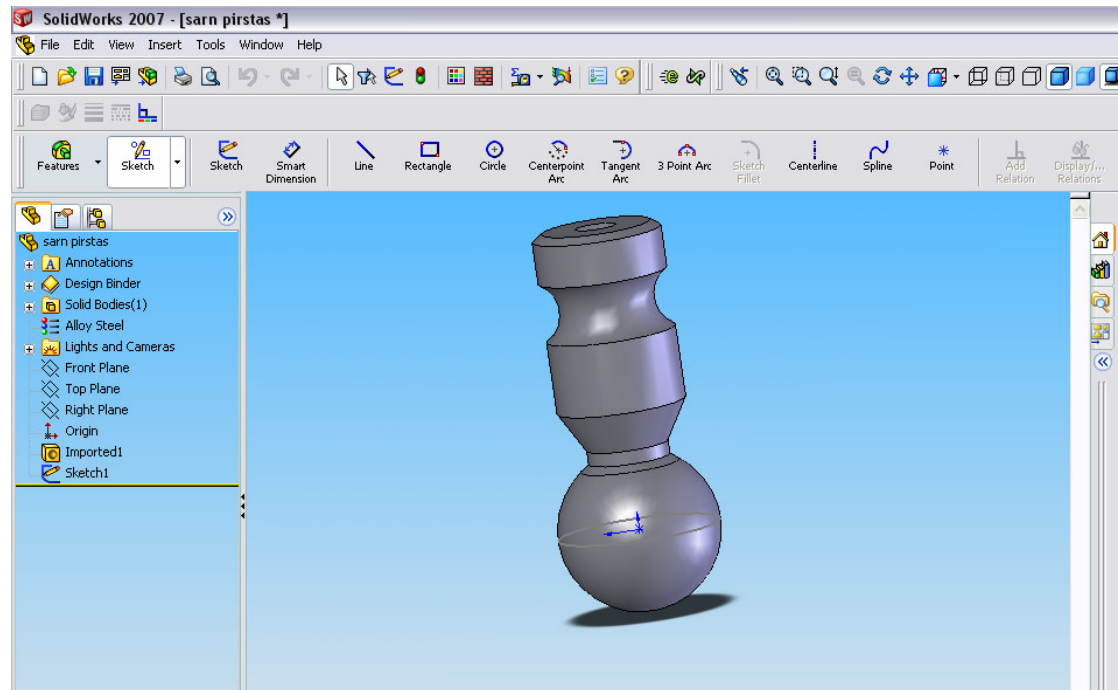


Atsargos koeficiento pasiskirstymas:

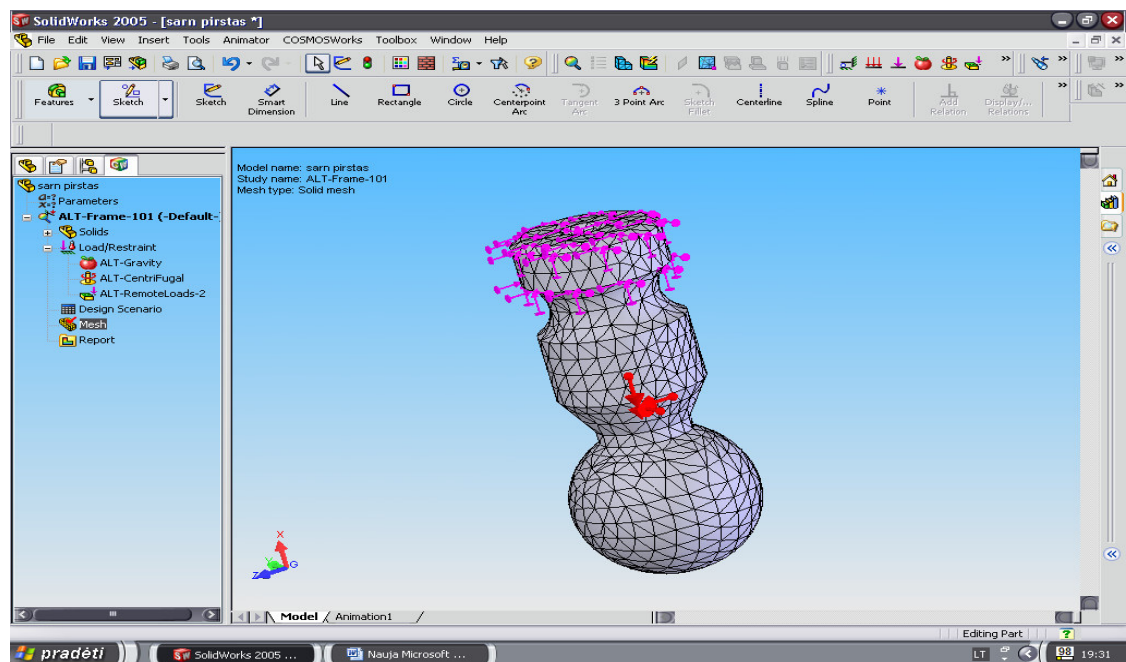


3.2 RUTULINIO ŠARNYRO PIRŠTO STIPRUMINĖ ANALIZĖ

Atlikus pakabos kinematinio modelio simuliaciją yra importuojamos jėgos į rutulinio šarnyro pirštą iš Cosmos Motion. Reikia tik parinkti medžiagą ir suskaidyti į baigtinių elementų tinklą, tuomet yra atliekama piršto analizė Cosmos Works.



3.3 Pav. rutulinio šarnyro piršto brėžinys



3.4 Pav. Rutulinio šarnyro piršto suskirstymas į baigtinių elementų tinklą

Baigtinių elementų tinklelio savybės:

Tinklelio tipas:	Solid mesh
Tinklelio sudarymas:	Standard
Automatinis perėjimas:	Off
Lygus paviršius:	On
Jacobiano tikrinimas:	4 Points
Elemento dydis:	2.4751 mm
Tolerancija:	0.12376 mm
Tikslumas:	High
Elementų skaičius:	8294
Mazgų skaičius:	12484

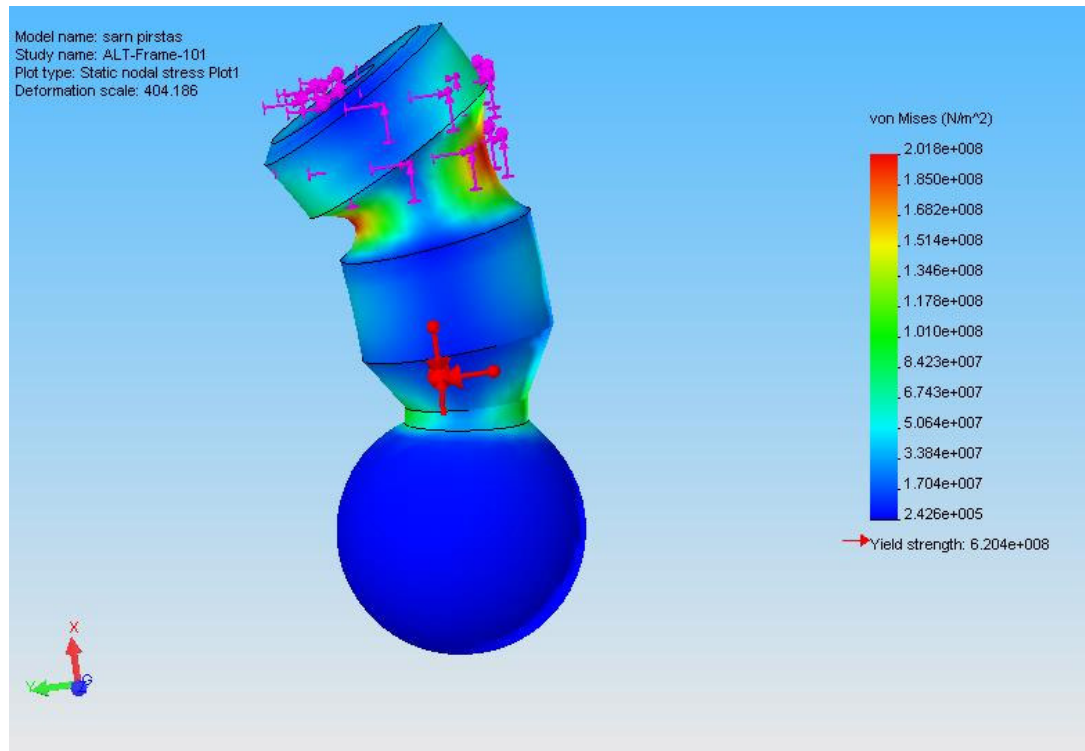
Šarnyro piršto savybės:

Nr.	Pavadinimas	Medžiaga	Masė	Tankis
1	šarn pirštas	Alloy Steel*	0.116628 kg	1.51465e-005 m ³

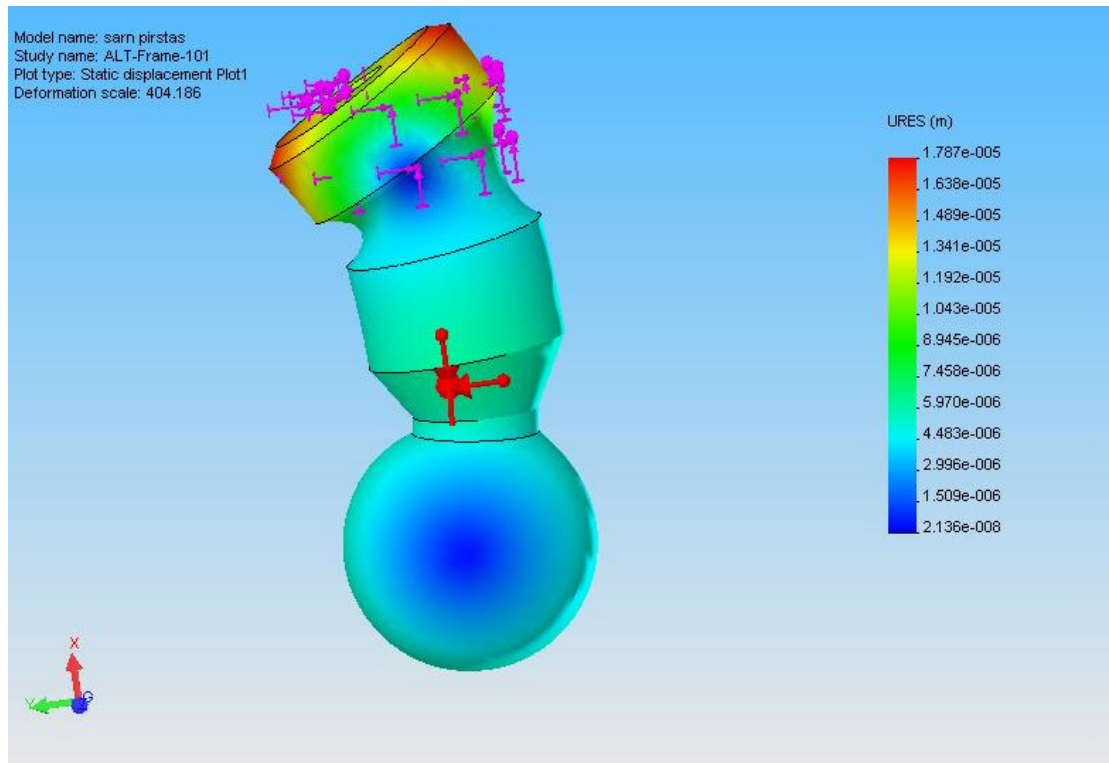
Medžiagos savybės:

Dydžio pavadinimas	Reikšmė	Vienetai	Tipas
Tamprumo modulis	2.1e+011	N/m ²	Constant
Puasono koeficientas	0.28	NA	Constant
Šlyties modulis	7.9e+010	N/m ²	Constant
Tankis	7700	kg/m ³	Constant
Tempimo stiprumo riba	7.2383e+008	N/m ²	Constant
Takumo riba	6.2042e+008	N/m ²	Constant
Šiluminio plėtimosi koeficientas	1.3e-005	/Kelvin	Constant
Šiluminis laidumas	50	W/(m.K)	Constant
Specifinė šiluma	460	J/(kg.K)	Constant
Kietėjimo faktorius (0.0-1.0; 0.0=izotropinis; 1.0=kinematinis)	0.85	NA	Constant

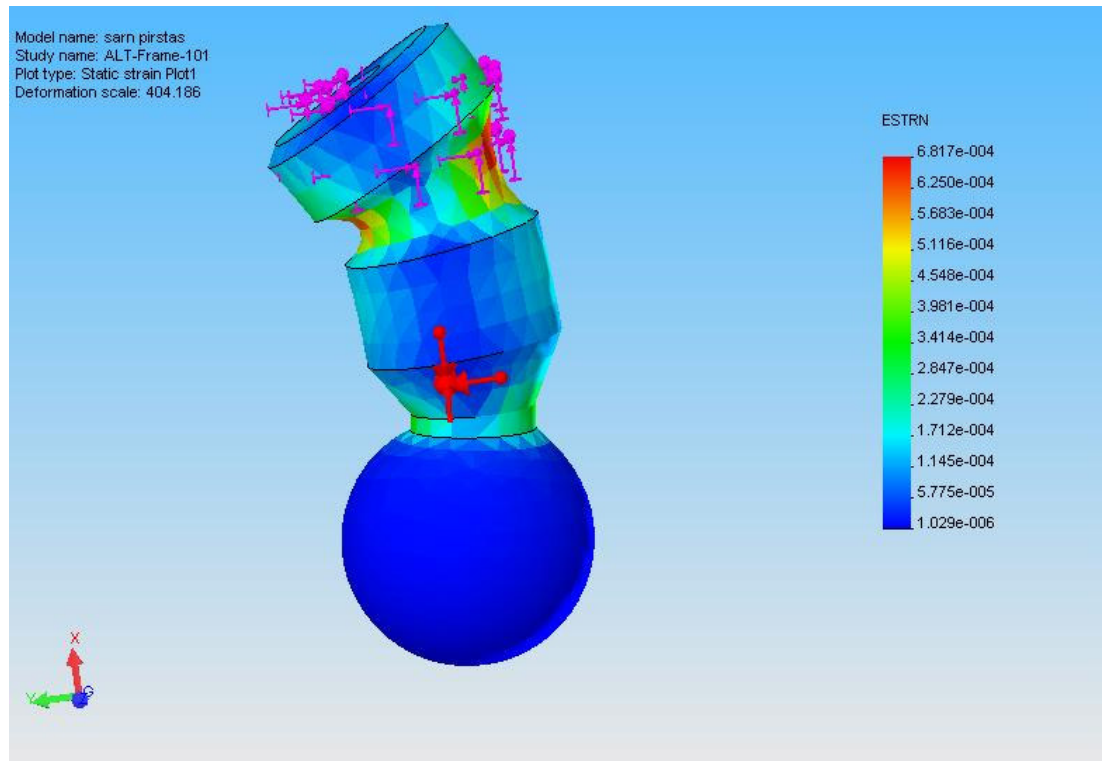
Von Mizes'o įtempiai:



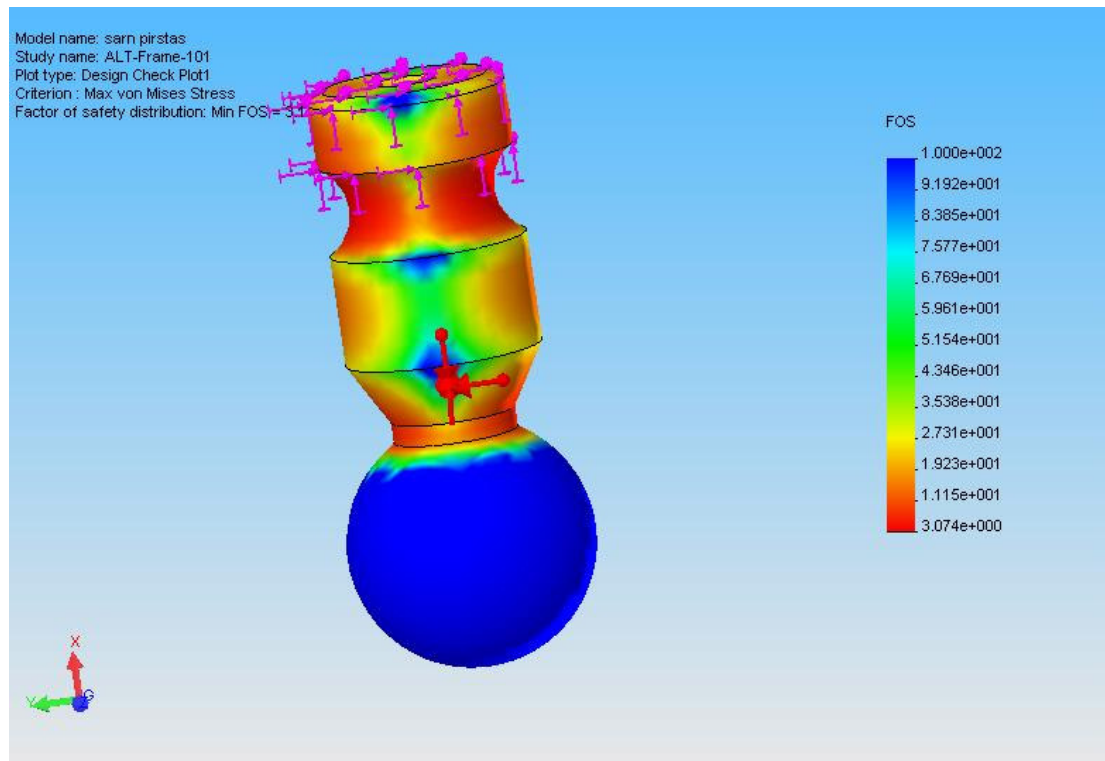
Suminiai poslinkiai:



Deformacijos:



Atsargos koeficiento pasiskirstymas:



Išvados:

1. Išnagrinėjusi važiuklių konstrukcijas, parinkta nepriklausoma pakaba.todėl:
 - a) švelnesni smūgiai į kėbulą,
 - b) automobilis tampa stabilesnis.
2. Sumodeliuotas trimatis pakabos modelis.
3. Detalių analizė atlikta Cosmos Motion programa parode, kad detalės užduotas apkrovas atlaiko.

DARBO ANOTACIJA

Ramūnas Ignatavičius MM -5

AUTOMOBILIO VAŽIUOKLĖS MODERNIZAVIMAS IR ANALIZĖ

MODERNISATION AND ANALYSIS OF VEHICLE CHASSIS

Šiame darbe yra nagrinėjama automobilio važiuoklė, jos konstrukcija, panaudojau programine įranga skirta inžineriniams skaičiavimams ir projektavimui. Automobilio važiuoklės paskirtis – švelninti smūgius ir kėbulą atsirandančius dėl kelio nelygumų. Automobilio pakaba turi užtikrinti kuo sklandesnę ir saugesnę važiavimą. Tiriamajame darbe nagrinėjama šiuolaikinė programinė įranga projektavimui ir analizei. Projektuojamai pakabai keliami rezultatai:

1. Turi būti kiek galima lengvesnė;
2. Pigiai pagaminama ir eksploatuojama;
3. Turėti geras kinematinės savybes kad nesikeistų erdvinė rato padėtis (provėža, rato išvirtimo kampas)

Tiriamąjį darbo tikslai:

1. suprojektuoti pakabos erdvinį kinematinį modelį
2. Atlikti projektuojamų detalių analizę su Cosmos Motion programa;
3. Išnagrinėti pakabos sandarą ir veikimo principą;

Tyrimui taikome šiuolaikinį automatizuoto projektavimo programinį paketą „Solid Works“. Taikant šiuos paketus žymiai sumažėja gaminio sukūrimo laikas, tokie pat komponentai gali būti panaudoti daug kartų ir nereikia perbraižyti.

Atliekant pakabos projektavimą buvo panaudoti kiek galima mažesni ir lengvesni pakabos elementai tai leido sumažinti pakabos svorį. Suprojektuota svirtis iš vamzdinio profilio yra 3 kartus lengvesnė. Suprojektuota apatinė svirtis yra lengvesnė ir mažesnių matmenų nei įprasta standartinė. Atlikus apatinės svirties analizę baigtinių elementų metodu, nustatyta kad apatinė svirtis yra pakankamo stiprumo ir standumo.

SUMMARY

Research and analysis of cars chassis

The cars chassis analyses and analyze of construction are made in this work. I have used software, for engineering calculations and projecting. The aim of chassis is to make hits to cars body softer, which occurs because of bad road. The cars chassis have to ensure the safer and smoother driving as much as possible. In the searching work, we are studying nowadays software for projecting and analyzes. We have requirements for projecting chassis:

1. It has to be light (not heavy) as much as possible;
2. It has to be done and exploitation cheaply ;
3. it has to have good kinematical properties, to ensure spatial wheel stability (rut and wheel flare angle should not change).

The aims of researching work:

1. Calculating loads when car is crouched during stopping.
2. Make analyze of body using COSMOS Motion software;
3. Analyze chassis structure and working rules.

For the research we are using nowadays automated projecting software packet "Solid Works." Using these packets, we can create product much quicker, same components we can use few times and we do not need to redraw them.

In the chassis projecting we have used lighter and smaller elements to reduce weight of chassis. Projected lever from tube profile is 3 times lighter. Projected end corpus, is lighter and smaller measurements comparing to originals. After analyzes of chassis body using method of terminative elements, we designate, that body is strong enough and tight.

LITERATŪRA

Knygos :

1. J. Sapragnonas „Automobilių ir traktorių projektavimas" Kaunas: Technologija, 2001.
2. A. Valatka „Automobiliai" Kaunas. Šviesa, 1999.
3. Barauskas R. Baigtinių elementų metodo pagrindai. Kaunas: Technologija, 1998.
4. P. Žiliukas „Mašinių elementai: konstravimo metodologija ir praktika" Kaunas: Technologija, 2004.
5. P. Žiliukas „Mašinių elementai: skaičiavimai ir konstravimas" Kaunas: Technologija, 2003.
6. R. Stasiūnas, L. Naginevičienė, D. Markšaitis „Technologinių matavimų pagrindai, tolerancijos ir suleidimai. Paskaitų konspektas" Kaunas: Technologija, 1994.
7. J. Žvinys, R. Šniuolis „Inžinerinės medžiagos" Kaunas: Technologija, 2003.
8. A. Masiliūnas „Automobilių remontas“ Vilnius: Mokslas 1959.
9. V. Klenikovas „Automobilių konstrukcija“ Vilnius: Mokslas 1981.
10. V. Klenikovas „B kategorijos automobilis vairuotojo vadovėlis“ Vilnius: Mokslas 1988.

Straipsniai iš žurnalo:

11. „ MOBILIS“Ratų suvedimas A. Valatka 1999m. Nr. 5 72 – 74 pusl.

Interneto svetainės:

12. www. Keturi ratai.lt