

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MECHANINĖS TECHNOLOGIJOS KATEDRA

Mantas Valčiukas

ATKIRTIMO ĮRENGINIO TYRIMAS IR
MODELIAVIMAS

MAGISTRO DARBAS

DARBO VADOVAS

Doc. Dr. A.B. Povilionis

Šiauliai 2008

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MECHANINĖS TECHNOLOGIJOS KATEDRA

TVIRTINU:

Katedros vedėjas

lekt. Z. Ramonas

ATKIRTIMO ĮRENGINIO TYRIMAS IR
MODELIAVIMAS

MAGISTRO DARBAS

MAGISTRANTAS M.Valčiukas

DARBO VADOVAS doc. dr. A. B. Povilionis

RECENZENTAS R.Rimovskis

Šiauliai 2008

TURINYS

Lentelių sąrašas.....	4
Paveikslėlių sąrašas.....	5
SUMMARY.....	7
1. ĮVADAS	8
2. ANALIZĖ.....	10
2.1 Presai, keltuvai ir jų mechanizmai.....	10
2.2 Mechaninės pavaros ir jų elementai	12
2.3 Hidraulikos elementai.....	15
2.4 Pneumatikos elementai.....	18
3. AUTOMATIJUOTA PROJEKTAVIMO SISTEMA.....	21
3.1 Taikomoji grafika	21
3.2 Objekto vaizdavimas trimatėje erdvėje	22
3.3 Objekto vaizdavimo tikroviškumas.....	23
3.4 Automatizuoto projektavimo sistema SolidWorks.....	24
3.5 Nauja Solidworks versija.....	33
3.6 Baigtinių elementų metodas.....	37
4. EKSPERIMENTINĖ DALIS.....	40
4.1 Bandymo mašinos ir bandiniai	40
4.2 Tyrimo eiga.....	42
4.3 Tyrimo rezultatai.....	44
5. PROJEKTINĖ DALIS.....	46
5.1 Jėgų skaičiavimas.....	46
5.2 Hidraulinio cilindro skaičiavimas.....	46
5.3 Atkirtimo įrenginio konstrukcinių elementų stiprumo tyrimas.....	47
5.4 Atkirtimo įrenginio šoninės konstrukcijos tyrimo rezultatai (Solidworks sistemoje).....	52
5.5 Kiti atkirtimo įrenginio konstrukciniai elementai.....	52
IŠVADOS.....	54
LITERATŪRA.....	55

LENTELIŲ SĄRAŠAS

- 3.6.1 Diskretinių element fizinės savybės
- 5.4.1 Tiriamos detalės medžiaga
- 5.4.2 Tiriamos detalės medžiaga

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

- 1.1.1. pav. Biaxial ir Multiaxial stiklo audinio audimo mašinos
- 2.1.1. pav. Presas su vienu cilindru ir kreipiančiosiomis
- 2.1.2. pav. Hidraulinis presas
- 2.1.3 pav. Hidraulinis presas
- 2.1.4 pav. Žirkliniai keltuvai
- 2.3.1. pav. Siurblių klasifikavimas
- 2.3.2. pav. Sraigtiniai siurbliai
- 2.4.1. pav. Stūmoklinis kompresorius su resiveriu
- 2.4.2. pav. Sraigtinis kompresorius
- 2.4.3. pav. Vienpusiai ir dvipusiai pneumatiniai cilindrai
- 3.2.1. pav. Ketursienis, kurio vienas kampas - koordinačių pradžioje
- 3.2.2. pav. Ketursienis
- 3.3.1. pav. Tekstūros atvaizdavimas taško zonos projektavimu į tekstūros erdvę
- 3.4.1. pav. Parodytos vietos, kurios liejimo metu nebus išimtos
- 3.4.2 pav. a – neteisinga kryptis, b – teisinga kryptis, c- neteisinga kryptis:grublėtas paviršius, d - teisinga kryptis:lygus paviršius
- 3.4.3. pav. a – liestinė paviršiui, b – normalė paviršiui, c- statmenai tempinama
- 3.4.4. pav. a - kiautas su įvairiu sienelių storiu ir permatomu paviršiumi (paviršiai nepašalinti), b- kiautas su įvairiu sienelių storiu ir pašalintu paviršiumi
- 3.4.5. pav. Komandų menedžeris
- 3.4.6. pav. Detalė su tikrais metalo atspindžiais
- 3.4.7. pav. skirtingi tempiami taškai ant to pačio paviršiaus
- 3.4.8. pav. a- formos uždėjimas ant cilindrinio paviršiaus, b - formos projektavimas plokštumoje
- 3.4.9. pav. įterpta standumo briauna
- 3.4.10. pav. a - prieš įrankio panaudojimą, b - po įrankio panaudojimo
- 3.4.11. pav. virinimo siūlės uždėjimas ant detalių
- 3.4.12. pav. detalė, kurioje yra daug skylių ir lentelė, kurioje yra visos skylės

- 3.5.1. pav. a) – Kinematinų ryšių pridėjimas, b) – Elementai sujungti diržu
- 3.5.2. pav. Pirminė ir optimizuota forma
- 3.6.1. pav. Plonėjantis strypas tempiamas jėga P (kairėje) ir jo BEM modelis (dešinėje)
- 4.1.1 pav. Bandymo stendo schema: bandymo mašina; matavimo ir valdymo sistemos
- 4.2.1. pav. Bandymo mašina su stiko audinio ruošiniu
- 4.2.2 pav. Dinanometras reikalingas kirtimo jėgai nustatyti.
- 4.2.3 pav. Bandymo mašina su stiko audinio ruošiniu
- 4.2.4.pav. Stiklo audinio atkirtimo peilis
- 4.3.1. pav. Bandymo metu atkirstas stiklo audinio ruošinys.
- 4.3.2. pav. Galimi audinio tipo išdėstymai plokštumoje: a) Keturiomis pozicijomis išdėstyti siūlai. b) dviem pozicijomis išdėstyti siūlai. c) Keturiom skirtingom pozicijom išdėstyti siūlai.
- 5.2.1 pav. Hidraulinės stotelės schema
- 5.3.1 pav Atkirtimo įrenginio trimatis modelis
- 5.3.2 pav. Atkirtimo įrenginio šoninę konstrukcijos modelis
- 5.3.3 pav. Šoninė konstrukcija įtvirtinta, apkrauta jėga, bei sudarytu BE tinkleliu
- 5.3.4 pav. Skaičiavimo rezultatai: a) įtempimų pasiskirstymas (von Mises), b) poslinkiai
- 5.3.5 pav. Skaičiavimo rezultatai po optimizavimo: a) įtempimų pasiskirstymas (von Mises), b) poslinkiai, c) atsargos koeficientas

Santrauka

Šiame darbe projektuojamas, bei analizuojamas atkirtimo įrenginys, skirtas stiklo audinio ruošiniams atkirsti. Darbo tikslas sumodeliuoti atkirtimo įrenginį, tai pat patikrinti to konstrukcijos elementų patvarumą. Darbo eigoje buvo apžvelgta panašūs įrengimai, bei atskiri jų elementai. Pasirinkta atkirtimo įrenginio konstrukcija buvo sumodeliuota erdvinio modeliavimo programiniu paketu. Tai pat buvo atliktas eksperimentas, norint nustatyti reikalingas jėgas sklandžiam atkirtimo įrenginio darbui. Sumodeliuotų detalių patvarumas buvo patikrintas programiniu paketu, kuris paremtas baigtinių belementų metodu. Atkirtimo surinkimas buvo patikrinti automatizuoto projrktavimo programa. Remiantis tyrimo rezultatais galima pagaminti tikrą gaminį.

Summary

Mantas Valčiukas Modelling and investigation of cuftilig device: Master thesis of mechanical engineer/research advisor doc. dr. A. B. Povilionis; Šiauliai University, Technological Faculty, Mechanical Engineering Department. – Šiauliai, 2008. - 55 p.

The press for cutting fiberglass was created and examined in this paper. The main paper aim was to make a press model and to examine the endurance of the construction elements.

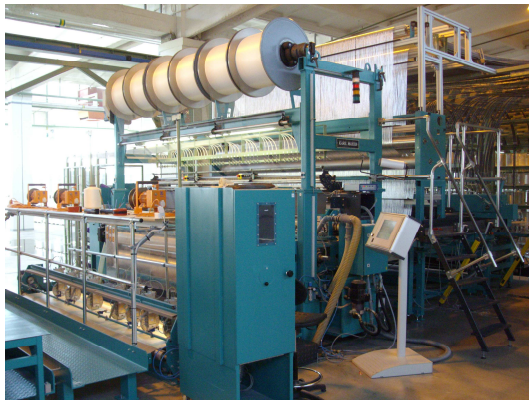
In this paper were analyzed the constructions of similar mechanisms and separates parts as well. The schame of the transmission and sll construcion was made. The chosen construction was modulated by CAD safware. The experiment was executed on purpose to determine the proper forces for fluent work of the press. The endurance of the modulated parts of press was examined with programming packet, which is based upon the method of finite elements. The assemblage of cutting press and movements of the work were verified by programa f automated design.

The real press for cutting fiberglass can be produced occording the results this examination.

1. Įvadas

1.1 Darbo aktualumas

Dabartinėje pramonėje siekiant sumažinti įvairius kaštus susijusius su gamyba, transportavimu ir pan., ieškoma įvairių sprendimų. Čia ir atsiranda būtinybė kurti nestandartinius įrengimus ir mašinas. Vienintelė šiuo metu Lietuvoje Norvegų įmonė, gaminanti stiklo audinį, specialiomis Vokiečių firmos „KarlMayer“ audimo staklėmis (1.1.1.pav.), taip pat susidūrė su šia problema. Jos gaminama produkcija, stiklo audinys yra eksportuojamas į daugumą pasaulio šalių. Tačiau stiklo audiniui yra keliami didžiuliai kokybės reikalavimai, norint užtikrinti užsakovų keliamus reikalavimus ir norus. Norint užtikrinti gaminio kokybę stiklo audinys yra testuojamas t.y. atliekami įvairūs testai: banano testas (tikrina audinio tiesumas), kraštų atlinkimo testas ir svorio (kai audinio gabalas (25 x 40 cm) yra išpjaunamas ir matuojamas jos svoris sveriant specialiomis svarstyklėmis). Todėl iškilo būtinybė suprojektuoti atkirtimo įrenginį, kitaip dar vadinamą presu, kad palengvintų ir pagreitintų testų aliko laiką ir gautumes tikslesnius testo rezultatus kurie reikalingi kokybės nustatymui.



1.1.1. pav. Biaxial ir Multiaxial stiklo audinio audimo mašinos

1.2 Darbo tikslai

Darbo tikslai: išanalizuoti panašius gaminius, bei jų konstrukcinius elementus, apžvelgti automatizuotą projektavimo sistemą Solidworks, atlikti reikalingus tyrimus, sukurti trimatį atkirtimo įrenginio modelį, bei atlikti atkirtimo įrenginio konstrukcinių elementų stipruminę analizę.

1.3 Atkirtimo įrenginiui keliami reikalavimai

Pagrindinis atkirtimo įrenginiui keliamas reikalavimas – kad stiklo audinio Ruošinys būtų atkirstas reikiamo dydžio (25x40 cm) ir formos. Kiti reikalavimai: estetiškas vaizdas, patogumas naudojant, saugumas.

1.4 Tyrimo metodai

Tyrimui taikysiu šiuolaikinę automatizuoto projektavimo programinę įrangą Solidworks. Naudojant automatizuotą projektavimo įrangą žymiai sumažėja gaminio sukūrimo laikas: tie patys komponentai gali būti panaudoti daug kartų ir jų nereikia perbraižyti, galima naudotis standartinių detalių duomenų bazėmis. Taip pat gaminio judesius ir stiprumines analizes galima atlikti virtualioje erdvėje. Nustatyti jėgas, kurios reikalingos reikalingos atkirsti audiniui reikiamo dydžio, naudosisiu ŠU laboratorija.

2. Analizė

2.1 Presai, keltuvai ir jų mechanizmai.

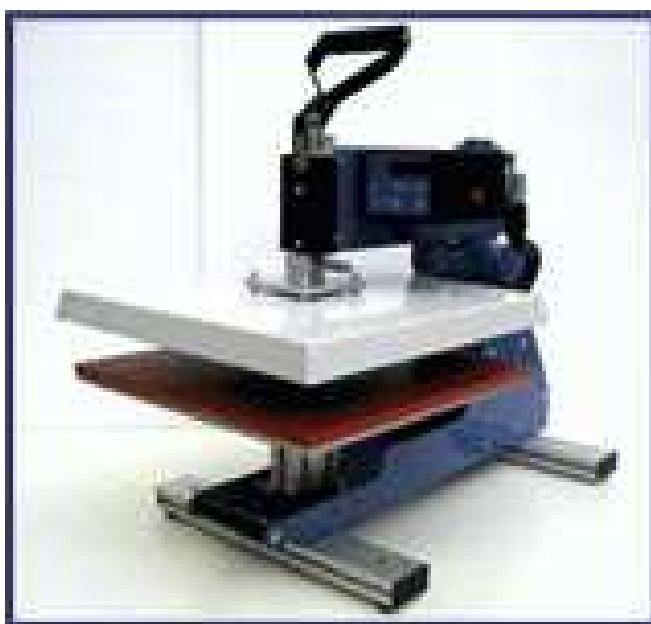
Presas – statiškai slegianti mašina metalui, plastikui, stiklo audiniui, plastmasėms ir kitoms medžiagoms suspausti, apdirbti, bei nustatyti medžiagų mechaninėms savybėms.

Nuėmus nuo preso nejudamąją dalį, gauname keltuvą. Kadangi mano projektuojamas stiklo audinio atkirtimo įrenginys yra nestandartinis gaminys, tai analogų yra nedaug. Tačiau keltuvų principinės schemos yra tinkamos. Pagrindines ir apžvelgsiu.



2.1.1. pav. Presas su vienu cilindru ir kreipiančiosiomis

2.1.1. pav. pavaizduotas presas turi vieną hidrocilindrą ir keturias kreipiančiąsias. Skirtas štampuoti įvairias detales iš lakštinio metalo. Šio preso trūkumai yra tokie: esant vienam cilindru, turi būti tiksliai pagamintos ir sumontuotos kreipiančiosios, be to tokio preso gabaritai bei masė yra palyginti dideli, neturi estetinio vaizdo.



2.1.2. pav. Hidraulinis presas

2.1.2. pav. Pavaizduotas hidraulinis presas skirtas poligrafijai. Šio presu privalumai: nedideli gabaritai, estetiškas vaizdas, galima sumontuoti ir kitokios formos platformą. Tačiau jis skirtas palyginti nedidelėms jėgoms.



2.1.3. pav. Hidraulinis presas

2.1.3. pav. pavaizduotas hidraulinis presas (bandymo mašina) skirta didelėms jėgoms, ir lėtoms eigoms.



a)



b)

2.1.4. pav. Žirkliniai keltuvai

2.1.4. pav. pavaizduoti žirkliniai kėlimo mechanizmai, a) skirtas didelėms eigoms, b) kėlimo mechanizmas turi ne tik vertikalų, bet ir horizontalų poslinkį.

Toliau apžvelgsiu šių mechanizmų darbui reikalingus elementus.

2.2 Mechaninės pavaros ir jų elementai

Mechaninės pavaros tai mechanizmai, kurie perduoda energiją nuo variklio darbinėms detalėms. Šiais mechanizmais, jeigu reikia, galima keisti greičius momentus, o kartais ir judesio pobūdį. Dabartiniai mašinų gamybai būdinga tai, kad šalia mechaninių pavarų plačiai naudojamos elektrinės, hidraulinės, pneumatinės pavaros. Dažnai vienoje mašinoje įvairiems mechanizmams varyti naudojamos tiek mechaninės, tiek ir kitų tipų pavaros.

Sraigto – veržlės pavara paverčia sukamąjį judesį slenkamuju. Šios pavaros teigiamumai: lengva gauti lėtą judesį ir laimima daug jėgos, mažais gabaritais galima perduoti didelį galingumą ir pasiekti labai poslinkius, paprasta konstrukcija ir gamyba. Pavaros trūkumai: dideli trinties nuostoliai ir mažas naudingumo koeficientas, todėl jos negalima taikyti, kai poslinkių greičiai dideli. Slydimo greitis sriegyje didesnis už ašinio poslinkio greitį dažniausia 10-40 kartų. Nuo šių savybių priklauso sraigtinės pavaros panaudojimo galimybės. Aukštikelčiuose, sraigtinuose presuose, valcavimo staklynų spaudžiamuosiuose įrengimuose sraigtinės pavaros perduoda dideles jėgas

mažais judesio greičiais. Staklėse, matavimo prietaisuose ir mašinose sraigtinės pavaros plačiai taikomos nustatomiesiems, darbo ir laisvos eigos poslinkiams atlikti, tame tarpe ir labai tiksliai. Šiuo atveju sraigtinė pavana turi būti labai atspari dilimui ir ilgą laiką likti tiksli.

Skirtingai nuo tvirtinimo sriegių, kur svarbu padidintas patikimumas, kad veržlė nenusisuktų, pavaros ir jėgos sraigtams svarbu maža trintis. Todėl šių sraigtų sriegiai daromi mažų profilio kampų; tai trapeciniai sriegiai. Pagrindinio skersmenų diapazono trapeciniai sriegiai daromi smulkių, vidutinių ir stambių žingsnių. Daugiausia sutinkami vidutinių žingsnių sriegiai. Smulkūs sriegiai taikomi padidinto tikslumo ir palyginti lėtiems poslinkiams, o stambūs sriegiai, kai darbo sąlygos sunkios dilimo atžvilgiu.

Labai tiksliai poslinkiams taikomi tokie trapeciniai sriegiai, kurių profilio kampas sumažintas, ir kvadratiniai sriegiai, kurie tobulesni tuo, kad neišvengiamieji radialiniai sraigto mušimai čia mažiau veikia poslinkių tikslumą, o taip pat mažesni trinties nuostoliai.

Kvadratiniai sriegiai plačiau netaikomi todėl, kad sunku juos pagaminti – negalima galutinai apdirbti frezavimo ir šlifavimo staklėmis.

Tikslūs dalijimo ir matavimo mašinų sraigčiai kartais daromi trikampaiais sriegiais (profilio kampas 30-60 laipsnių), kuriuos galima pagaminti mažesnio žingsnio. Kai sraigčius veikia didelės vienašonės apkrovos (presuose, valcavimo staklynų spaudžiamuosiuose įrengimuose ir kt.), tokie sraigčiai daromi su atraminiais sriegiais.

Sraigčiai turi būti gaminami iš pakankamai atsparios dilimui ir gerai apdirbamos medžiagos, labai apkrauti sraigčiai iš labai stiprios, o tikslieji sraigčiai iš tokios medžiagos, kuri neturi liekamųjų įtempimų. Negrūdinamieji sraigčiai gaminami iš plienų 45, 50 arba A45 ir A50, kurie turi 0,15-0,5 nuošimčius švino. Grūdinamieji sraigčiai daromi iš plienų 40X, 40X ir kt.

Veržlės gaminamos iš alavinių bronzų, o kai greičiai ir apkrovimai maži – iš antifrikcinio ketaus. Didelių ir vidutinių skersmenų veržlės įliejamos bronzos.

Sraigtų sriegiai išpjaunami, išfrezuojami, o pastaruoju metu ir įvalcuojami. Terminiškai apdirbti tikslūs sriegiai šlifuojami.

Kreipiamosios – tai atramos, užtikrinančios detalių ir atskirų mazgų bei darbinių organų (metalo apdirbimo staklių, stalų, suportų, įvairių slankiklių) tiesialinijinį ar kreivalinijinį judesį.

Kreipiamųjų darbinių paviršių forma, konstrukcija, tepimo būdai priklauso nuo kreipiamųjų paskirties, jiems keliamų eksploatacinių reikalavimų (standumo, slenkamo judesio tikslumo, greičio), mašinos ir mazgo rėmo konstrukcijos, darbo sąlygų (smūgių, vibracijos, temperatūros, technologinių medžiagų fizinių savybių).

Kreipiamosios esti pagrindinių dviejų tipų, - tai slydimo ir riedėjimo kreipiamosios.

Slydimo kreipiamosios. Pagrindiniai slydimo kreipiamųjų darbingumo kriterijai: jų besitrinančių paviršių kontaktinis sukibimas ir išdilimas. Kontaktinis sukibimas pastebimas, esant didesniems, o išdilimas, esant mažesniems slydimo greičiams. Išdilus kreipiamosioms, nukenčia jų darbo tikslumas. Išdylimo intensyvumas sumažinamas. Ribojant lyginamąjį slėgį darbinuose paviršiuose, vienodai apkraunant atraminius paviršius, mažinant smūgius, didinant konstrukcinėmis priemonėmis atraminių paviršių plotą (nedidinant kreipiamųjų gabaritų), teisingai parenkant ir naudojant antifrikcines medžiagas, slankiojančias detales gaminant iš medžiagų su mažesniu atsparumu dilimui, negu kreipiančiosios. Esant didesniems slydimo greičiams, reikia naudoti skirtingo kietumo medžiagą (plieną su ketumi, su vario lydiniais ar plastmasėmis), o esant mažiems greičiams, - kietesnius paviršius (grūdintus ar cementuotus). Svarbu išlaikyti kreipiamųjų lygiagretumą eksploatacijos metų, priešingu atveju, lyginamasis slėgis gali virsti kontaktiniu. Reikia išvengti slankiklių įstrigimo – slankiklio ilgis turi būti 1,5 karto didesnis, negu atstumas tarp kreipiamųjų. Jei leidžia, kreipiamosioms keliami pastovumo reikalavimai, detalė, kuri juda kreipiamosiomis, turi būti fiksuojama tik ant vienos šakos, kita kreipiamųjų šaka turi būti tik palaikančioji; priešingu atveju didėja tikslumui keliami reikalavimai. Reikia naudoti progresyvius tepimo būdus (tepimą su priverstiniu spaudimu), tepamų paviršių apsaugą nuo agresyvių technologinių medžiagų. Užtikrinus gerą tepimą ilgaamžiškumas pagerėja net kelis kartus.

Riedėjimo kreipiamosios. Šiose kreipiamosiose slydimo trintis pakeista riedėjimo trintimi. Riedėjimo kreipiamosios turi specialius riedėjimo takelius, kuriuose rieda įvairūs riedėjimo elementai - ritinėliai, adatos, rutuliukai. Pagrindinis riedėjimo kreipiamųjų privalumas, lyginant jas su slydimo kreipiamosiomis, yra nedidelis. Nuo greičio mažai priklausantis, pasipriešinimas judėjimui. Riedėjimo kreipiamųjų trūkumai: palyginti mažas sistemos standumas, sudėtinga jų konstrukcija, kuriai reikia didelio riedėjimo takelio ir elementų kietumo, būtina gera apsauga nuo nešvarumų, būtinas didelis gamybos tikslumas. Riedėjimo takelių konstrukcija priklauso nuo veikiančių į kreipiamąsias jėgų dydžio, jų krypties, greičio ir įvairių eksploatacinių reikalavimų. Riedėjimo elementų greitis yra du kartus mažesnis, negu slankiklio, todėl separatoriaus ilgis turi būti didesnis už slankiklio eigą arba riedėjimo elementai turi judėti uždaru kontūru. Dažnai riedėjimo elementai esti ritininiai, besisukantys ant ašių. Paskutiniu metu riedėjimo kreipiamosios gaminamos kaip atskiri agregatai, panašiai kaip riedėjimo guoliai. Riedėjimo kreipiamosios skaičiuojamos kontaktiniams įtempimams: nustačius daugiausia apkrauto riedėjimo elemento apkrovą, kontaktiniai įtempimai randami pagal Herco kontaktinių įtempimų formules. Riedėjimo elementų ir takelių medžiaga – legiruoti plienai, kurių kietumas HRC58-63. Atskirais atvejais, kai kreipiamosios ar slankikliai gauna didelius smūgius, riedėjimo elementus gamina iš plastmasių.

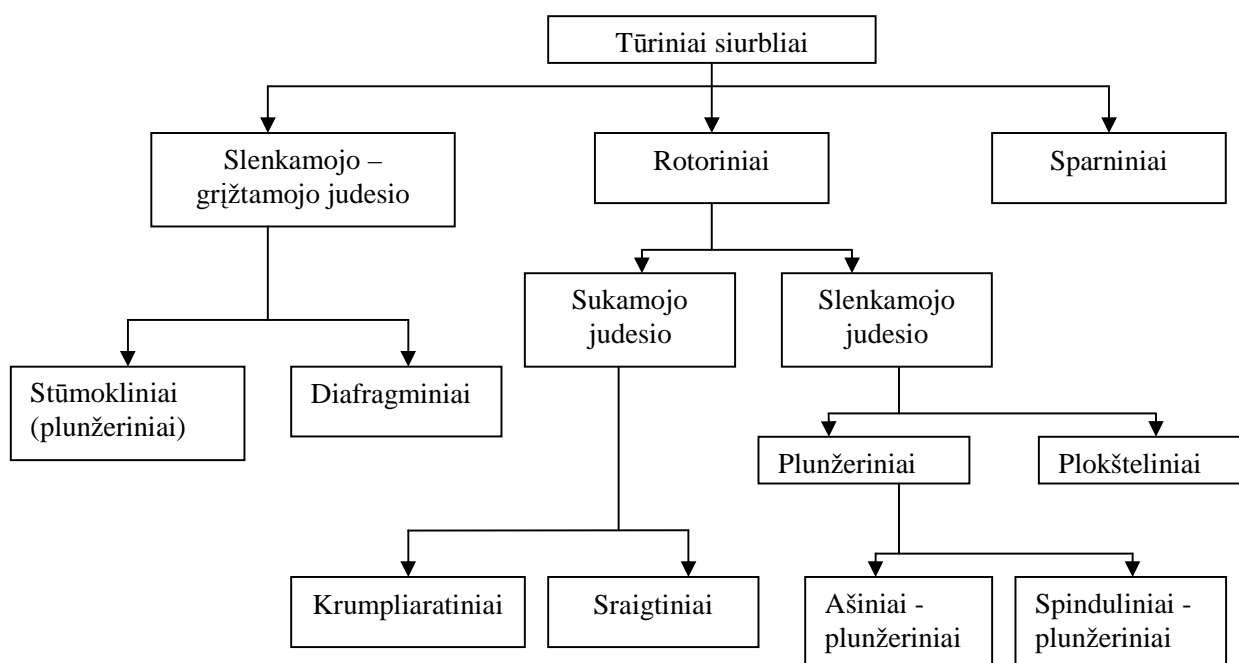
2.3 Hidraulikos elementai

Siurblys, kuriame darbo skystis įsiurbiamas į jo darbo kamerą, sujungtą tuo metu su įtekėjimo anga, ir išstumiamas iš jos, sujungtos su ištekėjimo anga, periodiškai kintant kameros tūriui, vadinamas tūriniu siurbliu (2.3.1. pav.). Pagal išvystomą slėgį siurbliai skirstomi į:

mažo slėgio – nominalus slėgis iki 1,6MPa;

vidutinio slėgio – nominalus slėgis nuo 1,6 iki 10 MPa;

didelio slėgio – nominalus slėgis didesnis kaip 10MPa.



2.3.1. pav. Siurblių klasifikavimas

Viengubo stūmoklinio siurblio pagrindinė dalis yra cilindras su slankiojančiu jame stūmokliu. Stūmoklis juda cilindre slenkamuoju grįžtamuoju judesiu vertikalia arba horizontalia kryptimi. Cilindro gale yra darbo kamera su dviem vožtuvais: siurbimo ir slėgimo. Skysčio tūris, išstumtas į slėgimo vamzdį per laiko vienetą vadinamas siurblio tūriniu našumu. Praktiškai siurblio išvystomą maksimalų slėgį riboja variklio galia ir siurblio korpuso stiprumas. Viengubo veikimo siurblių našumas netolygus. Šis trūkumas iš dalies pašalinama, statant siurbliuose oro gaubtus (dabar jie jau beveik nenaudojami) arba gaminant dvigubo, trigubo, keturgubo veikimo ir diferencinius

stūmoklinius siurblius. Dvigubo veikimo siurbliuose yra dvi darbo kameros. Dvigubo veikimo siurblių galima padaryti, sujungus lygiagrečiai du viengubo veikimo siurblius viename korpuse. Tokio siurblio stūmoklius stumdo du alkūninio veleno, prijungto prie vieno varančiojo variklio veleno, skriejikai taip, kad fazės kampas tarp jų būtų lygus π . Dar tolygesnį našumą išvysto trigubo veikimo stūmoklinis siurblys, kurio korpuse esti trys lygiagrečiai sujungti viengubo veikimo siurbLIAI. Kumšteliniai stūmokliniai siurbLIAI nuo skriejikinių skiriasi tuo, kad juose vietoj stūmoklio yra plunžeris, o vietoj alkūninio veleno su švaistikliu yra kumštelis. Plunžeriniai siurbLIAI skirstomi į spindulinius ir ašinius. SiurbLIAI naudojami sistemose (pavarose), kur reikia didelio slėgio ir mažų debitų.

Ateityje numatoma tobulinti vandens stūmoklinius siurblius, didinant alkūninio veleno sukimosi dažnį, mažinant masę, taikant naujas originalias konstrukcijas ir medžiagas, nes vandens kaip darbo skysčio panaudojimas hidropavaroje yra perspektyvus. Taigi būtų galima mažiau vartoti naftos produktų, o tuo pačiu sumažėtų pavojus gaisrams kilti ir būtų mažiau teršiama aplinka.

Spindulinio plunžerinio siurblio rotoriuje yra cilindrai, kuriuo slankioja plunžeriai. Rotorius yra pastatytas ekscentriškai cilindrinės formos siurblio korpuse. Už plunžerių susidaro vakuumas, ir skystis pro veleno nejudančio skirstymo kaklelio viršutinę dalį pripildo cilindru ertmes, esančias už plunžerių. Rotoriui toliau sukantis, plunžeriai pradeda slinkti atgal, rotorius ašies link, ir išspaudžia skystį iš cilindru ertmių. Kai $e=0$ siurblio našumas lygus nuliui. Siurblio našumas ir skysčio tekėjimo kryptis reguliuojami, keičiant sukimosi dažnį, ekscentriciteto e dydį ir jo ženklą. Pakeitus ekscentriciteto ženklą, siurbimo ir slėgimo kameros pasikeičia vietomis.

Ašinių siurblių rotoriuje paprastai būna ne daugiau kaip devyni plunžeriai. Siurblių našumas reguliuojamas, keičiant rotorius sukimosi dažnį, atramos arba rotorius posvyrio kampus. Kad plunžeriai lengviau judėtų, kai kuriuose siurbliuose cilindru ašys su rotorius ašimi sudaro kampa arba sukami ne rotorius, bet atramos. Ašinių – plunžerinių siurblių charakteristikos panašios į stūmoklinių siurblių charakteristikas klampiems skysčiams.

Plokšteliniai siurbLIAI savo rotoriuje turi plokšteles, kurios yra įleistos į rotorius įpjovas. Sukant rotorius, plokštelės, veikiamos išcentrinę jėgų, išlenda iš įpjovų ir, besiremdamos galais, slenka vidine statoriaus sienele. Plokštelių siurblių rotoriuose yra 10-12 plokštelių. Padidinus plokštelių skaičių, padidėja siurblio našumo tolygumas. Kad siurbLIAI patikimai veiktų, reikia, kad plokštelės iš įpjovų išlystų ne daugiau kaip 40 nuošimčių savo ilgio. Plokšteliniai siurbLIAI geri tuo, kad, pakeitus rotorius sukimosi kryptį arba ekscentriciteto ženklą, juose galima pakeisti ir skysčio tekėjimo kryptį. Jeigu rotorius visada sukamas tik į vieną pusę, tai tikslinga plokšteles į rotorius įleisti taip, kad jos su rotorius spinduliu sudarytų kampą 10-15 laipsnių. Taikant šią priemonę, plokštelės

rečiau įstringa įpjovose. Plokštelių siurblių našumas keičiamas sraigtu, keičiant rotoriaus ekscentricitetą e . Pakeitus sraigta spyruokle, siurblio našumą galima keisti automatiškai.

Krumpliaratiniai siurbliai dažniausiai naudojami klampiems skysčiams, pvz. įvairioms alyvoms pumpuoti ir įvairių mechanizmų tepimo, valdymo bei reguliavimo sistemose, staklėse, automobiliuose, bei kitų mechanizmų hidropavarose. Iš rotorinių siurblių labiausiai paplitę krumpliaratiniai siurbliai nes jie paprastos konstrukcijos, kompaktiški, juose nėra vožtuvų, nesunku juos pagaminti, pakeitus varančiojo krumpliarachio sukimosi kryptį, keičiasi ir skysčio tekėjimo kryptis. Svarbiausi jų trūkumai – netolygus našumas, triukšmingas darbas ir korpuso vibracija, nedidelis slėgis.

Sraigtinio siurblio rotorius – siurbliaratis, kurį sudaro vienas ar daugiau sraigtų yra siurblio korpuse. Vienas iš sraigtų yra varantysis, kitas – varomasis. Vienas varančiojo sraigto veleno galas yra iškišamas iš siurblio korpuso ir sujungiamas su varančiojo variklio velenu. Varomieji sraigtai paprastai sukami varančiojo, todėl jų sriegiai yra skirtingi. Prie siurblio korpuso prijungiami siurbimo ir slėgimo vamzdžiai. Sraigtiniai siurbliai skirstomi į siurblius su trapecinio profilio sriegiais ir su specialaus profilio sriegiais. Sraigtiniame siurblyje varantysis sraigtas negali perduoti sukimo momento tiesiai varomiesiems. Sukimo momentas perduodamas krumpliarachiais užmaitais ant sraigtų velenų. Sraigtai su specialaus profilio sriegiais yra sandarūs, todėl siurblių su tokiais sraigtais našumo koeficientas gana didelis 0,8; jie gali išvystyti slėgį iki 2,5MPa. Sraigtiniai siurbliai gaminami su vienu, dviem arba trimis sraigtais ir su vertikaliu arba horizontaliu velenu (2.3.2. pav.). Sraigtiniai siurbliai nuo kitų rotorinių siurblių skiriasi tuo, kad dirba švelniai, be triukšmo, pasižymi tolygiu našumu. Siurbliai su specialaus profilio sriegiais tinka ne tik klampiems skysčiams, bet ir orui pumpuoti. Sraigtinių siurblių trūkumas tas, kad gana sudėtinga pagaminti sraigtus, todėl jie palyginti yra brangūs.



2.3.2. Sraigtiniai siurbliai

2.4 Pneumatikos elementai

Kompresoriai – tai mašinos, skirtos dujoms suslėgti ir tiekti į pneumatines sistemas. Jie būna stacionarūs (sumontuoti ant nejudamo pagrindo ar rėmo) ir mobilūs (sumontuoti transporto priemonėse). Pramonės įmonėse dažniausia naudojami stūmokliniai ir išcentriniai kompresoriai. Kitų tipų kompresoriai mažiau paplitę.

Stūmokliniai oro kompresoriai – esti vienlaipsniai (suslegia orą iki 0,7 MPa), dvilaisniai (iki 1,0 MPa) ir daugialaisniai (daugiau kaip 1 MPa). Jie veikia ekonomiškai, kai našumas siekia iki 100 m³/min. Šie kompresoriai kelia daug triukšmo ir labai vibruoja (2.4.1. pav.). Be to, jie turi ir kitų trūkumų: esti didelių matmenų ir masės, netolygaus našumo, suslėgtame ore būna tepalo. Plokšteliniai kompresoriai suslegia orą iki 0,4 MPa (vienlaipsniai) ir iki 1,0 MPa (dvilaisniai). Jie nelabai našūs, veikia tyliai, mažai vibruoja, yra beveik tolygaus našumo, kompaktiški, tačiau neekonomiški. Be to, labai dyla jų darbo elementai.



2.4.1. pav. Stūmoklinis kompresorius su resiveriu

Membraniniai oro kompresoriai – dažniausia naudojami nedidelio našumo pneumatinėse sistemose, kuriuose cirkuliuojančiame suslėgtame ore visiškai neturi būti tepalo. Jų našumas siekia iki 1m³/min. Vienlaipsniai kompresoriai suslegia orą iki 0,4 MPa, dvilaisniai – iki 0,7MPa, o daugialaisniai daugiau kaip 0,7 MPa. Jie kelia didelį triukšmą, labai vibruoja, yra netolygaus našumo, didelių matmenų bei masės, nebrangūs ir ekonomiškai.

Krumpliaratiniai oro kompresoriai- yra nelabai našūs, nedidelio slėgio (iki 0,2MPa), kompaktiški, nedidelės masės, patikimi ir nebrangūs. Veikia triukšmingai, turi nedidelį naudingumo koeficientą.

Sraigtnių kompresorių našumas siekia iki 550m³/min. Tai kompaktiški, patikimi, ekonomiškai, greitaeigiai ir tolygiai tiekiantys orą kompresoriai. Jų suslėgtame ore nebūna tepalo. Nors jie veikia labai triukšmingai, bet mažai vibruoja. Šie kompresoriai brangūs, nes jų gamyba sudėtinga (2.4.2. pav.).



2.4.2. pav. Sraigtnis kompresorius

Pagrindiniai kompresorių parametrai yra suslėgto oro našumas ir slėgis. Pagal juos pneumatinėms sistemoms parenkami atitinkamo tipo kompresoriai. Atsižvelgiama ir į papildomus reikalavimus.

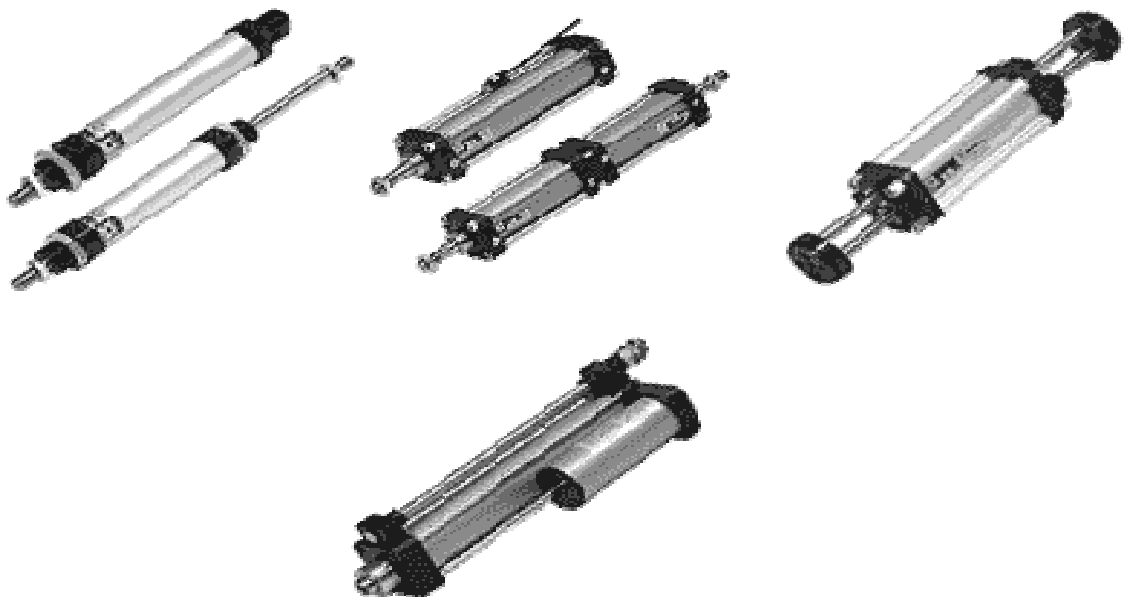
Resiveriai (oro rinktuvai) paprastai statomi tarp kompresoriaus ir pneumatinių linijų tinklo. Jie skiriami iš kompresoriaus tiekiamo oro srauto pulsacijai pašalinti, sudaryti suslėgto oro atsargai, kuri sunaudojama pikinių apkrovų momentais, taip pat ore esančiam vandeniui ir tepalui atskirti. Resiveriai ypač būtini stūmokliniams kompresoriams, kurių tiekimas suslėgto oro srautas labai pulsuoja. Jie gali būti vertikalūs ir horizontalūs. Labiau paplitę vertikalieji, nes užima mažiau ploto ir efektyviau pašalina teršalus.

Resiverio tūris nustatomas atsižvelgiant į kompresoriaus tipą ir našumą, leidžiamą slėgio svyravimą, kompresoriaus našumo reguliavimo būdą ir vartotojų charakteristikas. Kompresoriaus tiekiamo oro srauto pulsacijai išlyginti pakanka pastatyti resiverį, kurio tūris būtų 25-40 kartų didesnis už kompresoriaus cilindrų tūrį. Pikiniams debetams kompensuoti, kai vienu laiko momentu

aptarnaujama daugiausia vartotojų, resiverio tūrį būtina padidinti nuo 1/120 iki 1/60 kompresoriaus valandinio našumo. Žinant konkrečias sąlygas, tikslesnį resiverio tūrį galima apskaičiuoti.

Pneumatinių įrenginių kompleksas sudaro – kompresorinę. Ją gali sudaryti vienas ar keli kompresoriai su elektros varikliais ir oro paruošimo įrenginiais – įvairiais filtrais, vožtuvais resiveriais, suslėgto oro parametrų kontrolės prietaisais ir kitais aparatais.

Norint gauti linijinį judesį pneumatiniame sistemoje reikalingas pneumatinis cilindras (2.4.3. pav.). Pneumatiniai cilindrai skirstomi į stūmoklinius, membraninius, silfoninius ir t.t. Labiausia paplitę stūmokliniai cilindrai. Jie būna vienpusiai ir dvipusiai. Pramonėje daugiau naudojami dvipusiai pneumatiniai cilindrai. Kai dėl vietos stokos cilindro skersmens negalima labai padidinti, pneumatiniai cilindrai sudvejinami: abu stūmokliai sumontuojami nuosekliai ant vieno koto. Sudvejintame cilindre stūmoklių išvystomos jėgos sumuojasi. Tokie cilindrai būna gana ilgi. Praktikoje paplitę vienkočiai cilindrai, rečiau naudojami dvikočiai. Projektuojant pneumatinius cilindrus pirma atliekamas projektinis, o paskui patikrinamasis skaičiavimai. Pagal nurodytą apkrovą, magistralinį slėgį, stūmoklio judėjimo greitį nustatomas stūmoklio koto ir oro tiekimo skylių skersmuo, oro debitas ir linijų pralaidumas. Patikrinamuosiuose skaičiavimuose nustatoma pneumatinio cilindro suveikimo ir stūmoklio stabdymo trukmė.



2.4.3. pav. Vienpusiai ir dvipusiai pneumatiniai cilindrai

3 Automatinio projektavimo sistema

3.1 Taikomoji grafika

Taikomoji grafika realizuoja mokslinės techninės informacijos pateikimą geometrine forma ir sprendžia su tuo susijusias problemas (formavimas, atvaizdavimas, pertvarkymai ir pakeitimai) grafiniais metodais.

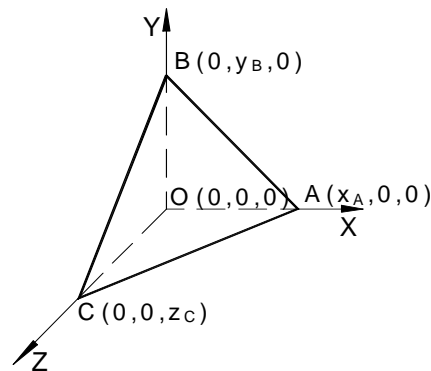
Grafiniai uždaviniai gali būti sprendžiami 2D (dviejų dimensijų) arba 3D (erdvinėse) sistemose. 2D grafikoje grafiniai uždaviniai sprendžiami dvimačiame lauke, kuris sutampa su kompiuterio ekranu ar popieriaus lapu. 3D grafikoje grafiniai uždaviniai sprendžiami trijų matavimų lauke ir tik jų sprendimo projekcija pateikiama dvimačiame ekrane. Esminis 2D ir 3D skirtumas yra tas, kad 3D grafikoje naudojamas trimatis objekto modelis ir jo projekcijos, o 2D grafikoje – tik projekcijos.

Moderniam darbui reikalingi ne vien geometrinių objektų vaizdai ir sprendiniai, bet ir skaitmeninės (ekonominė, fizinė, energetinė) informacijos apdorojimo ir pateikimo būdai, kurie žmogui labiausiai suprantami, kai pateikiami grafine forma. Be to popieriaus ar kalkės lapas jau nėra vienintelis ir nepakeičiamas informacijos skleidėjas, dažnai pakanka ją pateikti vien kompiuterio ekrane. Todėl taikomosios grafikos objektas yra geometrinės sistemos, reiškiniai, procesai, duomenys, kuomet jie formuojami, pertvarkomi ar pateikiami grafine forma. Kiekvienas kompiuterinis brėžinys yra ne vien kažkieno kopija ar atvaizdas, o gali būti susietas su daugybėje realybėje egzistuojančių įvairiausių faktų (su formos pasikeitimais, kaina, saugumu ir t.t.). Todėl pagal raštingai atliktą kompiuterinį brėžinį galima automatizuotai gauti tokią informaciją, kuri anksčiau buvo projektuotojo galvoje arba papildomuose dokumentuose.

Tobulėjant kompiuterinei technikai ir programinei įrangai, eilinis vartotojas be programuotojų pagalbos gali daugelį monotoniškų operacijų perduoti kompiuteriui. Palanki padėtis yra braižyboje, kadangi didelę eilinio darbo apimties dalį sudaro jau atliktų darbų kopijos ir jų variantai. Intelektinės sistemos leidžia naudoti neformalizuotus grafinio sprendimo metodus, kurie yra daug racionalesni nei analitiniai ir kurių nereikia papildomai algoritmizuoti ir programuoti. Todėl grafinių metodų svarbą kompiuterijoje nuolat didėja ir didės.

3.2 Objekto vaizdavimas trimatėje erdvėje

Inžinerinio projektavimo objektus labai patogiu nagrinėti trimatėje erdvėje. Rezultato objektui sukurti reikia gausybės įvairiausių formų objektų, kurie gali būti sudaryti iš linijų, paviršių junginių ar vientisų kūnų junginių. Bet kuriuo metodu pasaulio trimatėje koordinatinių sistemoje sukurtas objektas vaizduojamas dvimatėje koordinatinių sistemoje ekrane ar popieriuje. Objektui sudaryti iš dedamųjų dalių, jo vaizdui keisti naudojamos objektų geometrijos ir koordinatinių sistemų transformacijos. Trimačių objektų modeliavimo ir geometrijos transformacijų metodai gauti išplėtus atitinkamus dvimačių metodus, t.y. įvertinus z koordinatę.



3.2.1. pav. Ketursienis, kurio vienas kampas - koordinatinių pradžioje

Taškas yra bazinis elementas geometrijai aprašyti trimatėje erdvėje (panašiai kaip plokštumoje). Kompiuterinėje grafikoje taškas aprašomas homogeninėmis koordinatėmis. Stačiakampių koordinatinių taškas (x,y,z) homogeninėse koordinatėse dažniausiai aprašomas $(x,y,z,1)$. Taško apibendrintas aprašas homogeninėse koordinatėse (x_h,y_h,z_h,h) , kur $h \neq 0$. Iš taško ketvirtoji komponentė, dalijant pirmąsias tris komponentes, gaunamos taško stačiakampių koordinatinių reikšmės. Pavyzdžiui, tašką $(3,9,6,3)$ atitiks taškas $(1,3,2)$ stačiakampėse koordinatėse. 3.2.2 paveiksle briaunomis pavaizduotas ketursienis. Homogeninėse koordinatėse jį galima aprašyti jo briaunų viršūnių (4×4) matrica:

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ x_A & 0 & 0 & 1 \\ 0 & y_B & 0 & 1 \\ 0 & 0 & z_C & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} O \\ A \\ B \\ C \end{matrix} \quad (3.2.2)$$

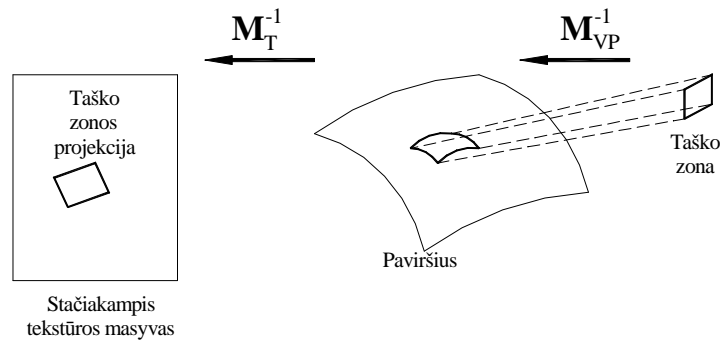
3.3 Objekto vaizdavimo tikroviškumas

Sparčiai vystantis kompiuterinei grafikai, automatizuoto projektavimo sistemos įgalino ne tik kurti projektuojamo gaminio detalių techninius brėžinius, bet ir sukurti detalių ar viso gaminio tikroviškus vaizdus t. y. atvaizduoti gaminio medžiagą, apšvietimą, patalpinti modelį į tikroviškai atrodančią darbo aplinką, netgi imituoti jo veikimą – suteikti detalėms darbinius judesius (pvz. stebėti reduktoriaus judesius kompiuterio ekrane). Tai leidžia optimizuoti projektuojamo gaminio charakteristikas ankstyvosiose gaminio kūrimo proceso stadijose, anksti aptikti galimas klaidas, anksčiau pateikti produktą į rinką ir t. t., kas leidžia sutaupyti daug bereikalingų išlaidų.

Itin tikroviškiems vaizdams sudaryti reikia galingų grafinių sistemų, kuriose daugelis operacijų realizuojamos aparatinėmis priemonėmis. Šiuolaikinės automatizuoto projektavimo sistemos tokios kaip SolidWorks, SolidEdge, Pro/Engineer, Catia, Inventor įgalina gana greitai kurti realistiškai atrodančius inžinerinių objektų modelius, juos patalpinti į tikroviškai atrodančią aplinką. Žinoma tokios galimybės reikalauja nemažai kompiuterio resursų. Tikroviško vaizdo išpūdis kompiuterinėje grafikoje sudaromas dengiamų paviršių nustatymu ir šalinimu, apšvietimo efektais, paviršių dangos priemonėmis.

Dažnai vaizduojamieji paviršiai nėra vienspalviai, o turi savo raštą, ar kitokių aplinkos vaizdavimo smulkmenų ar detalių. Pavyzdžiui, poliruotas plienas, medžio rėvių raštas baldų paviršiuose, aplinkos atspindžiai ant vaizduojamų paviršių. Čia jie suprantami kaip paviršių dangos. Paviršių dangose vaizduojamos paviršiams būdingos detalės. Bendriausias paviršiaus detalių vaizdavimo metodas - tekstūros rašto perkėlimas ant vaizduojamojo objekto paviršiaus. Tekstūros raštas gali būti apibrėžtas stačiakampiu masyvu ar procedūra, kuri modifikuoja paviršiaus spalvų intensyvumus. Toks būdas vadinamas tekstūros atvaizdavimu (*texture mapping*) ar rašto atvaizdavimu (*pattern mapping*).

Tekstūros raštas paprastai apibrėžiamas spalvų intensyvumais stačiakampiami tinklelyje. Tekstūra dažniausiai realizuojama šiuo būdu: tekstūros taško zona vaizduojama objekto paviršiuje ir po to tekstūros erdvėje (3.3.1. pav.). Norint pereiti iš vaizdo erdvės į tekstūros erdvę reikia dviejų atvirkščiųjų transformacijų: \mathbf{M}_{PV}^{-1} - atvirkščiosios projektavimo ir vaizdavimo transformacijos, \mathbf{M}_T^{-1} - atvirkščiosios tekstūros atvaizdavimo transformacijos.



3.3.1. pav. Tekstūros atvaizdavimas taško zonos projektavimu į tekstūros erdvę

Paviršių dangos gali būti sudarytos naudojant procedūromis apibrėžiamą objekto spalvų reikšmių keitimą. Taip išvengiama dvimačio tekstūros rašto transformacijų ant objekto paviršiaus skaičiavimų. Jei spalvų reikšmės susiejamos su trimate erdve, tai gaunamos vadinamosios vientisos (*solid*) tekstūros. Vientisoms tekstūroms sudaryti geriausiai tinka procedūriniai metodai, kadangi trimatės erdvės tekstūrų reikšmės saugoti gana sudėtinga. Vientisos tekstūros patogios objektų pjūvių tekstūroms vaizduoti. Pavyzdžiui, plytų sienos pjūvio tekstūra turi tą patį vaizdą kaip sienos išorė. Dažnai naudojamos procedūromis sudaromos tekstūros ir dvimačiams paviršiams dengti.

3.4 Automatizuoto projektavimo sistema SolidWorks

SolidWorks yra galinga projektavimo programa, kuri išsprendžia inžinieriaus – projektuotojo kasdieninio darbo problemas. SolidWorks skirta automatizavimo įmonių integravimo kompleksui sukurti ir leidžia įgyvendinti projektavimo proceso, inžinerinės analizės ir įvairaus sudėtingumo bei paskirties gaminių paruošimą. Ši programa beveik neturi sudėtingų komponentų surinkimo kiekio apribojimų, turi dideles konstrukcinės dokumentacijos apiforminimo, darbo su lakštiniu metalu, foto realių vaizdų sudarymo (vizualizacijos) galimybes, tačiau norint tai pasiekti reikia žinoti būdus bei priemones. SolidWorks atitinka CALS technologijų reikalavimus ir suteikia galimybę įgyvendinti visą gaminio sukūrimo ciklą bei aprūpina duomenų kaita su kitomis sistemomis.

SolidWorks programa pagal pageidavimus gali turėti tokius kompiuterinio projektavimo paketus kaip: SolidWorks, SolidWorks Office, SolidWorks Profesional.

Į SolidWorks versiją įeina:

- 3D content central – tiesioginis prisijungimas prie duomenų bazės internete
- Cosmos express - integruota stiprumo skaičiavimo programa
- SolidWorks explorer – programa skirta atskirų failų nagrinėjimui
- eDrawings - Skirta padaryti 2D 3D vaizdus, kuriuos galėtų pasižiūrėti kiekvienas neturintis šios programos

Į paketa SolidWorks Office versiją įeina visi SolidWorks papildomi (“add-in”) produktai, bei :

- [eDrawings Professional](#) - skirta padaryti 2D 3D vaizdus, kuriuos galėtų pasižiūrėti kiekvienas neturintis šios programos.
- [SolidWorks Animator](#) - įgalina vartotoją kurti AVI failus, kuriuose vaizduojami detalių judesiai, gaminio darbiniai judesiai ir t.t.
- [PhotoWorks](#) - skirta kurti foto realiams vaizdams
- [3D Instant Website](#) - tiesioginis 3D vaizdų sukūrimas ir patalpinimas internete.
- [SolidWorks Toolbox](#)- tai standartinių detalių duomenų bazė. Leidžia greitai parinkti ir įterpti į modelį reikalingas standartines detales, kaip guoliai, varžtai, veržlės, poveržlės, standartiniai plieno, aliuminio profiliai ir t.t.
- [FeatureWorks](#)- leidžia lengvai dalintis 3D modeliais tarp organizacijų, naudojančių skirtingą CAD programinę įrangą.
- [SolidWorks Utilities](#)- naudojama efektyvesniam darbui grupėse.
- SolidWorks Task Scheduler- skirta darbų paspartinimui, tokių kaip spausdinimas, brėžinių analizavimas, failų atnaujinimas ir pan.

Į SolidWorks Profesional versiją įeina visi SolidWorks Office papildomi (“add-in”) produktai, bei:

- PDM works
- SolidWorks Piping - labai paspartina ir palengvina vamzdžių kūrimo, redagavimo, surinkimo procesus. Kelia projekto kokybę ir sumažina klaidų tikimybę.
- COSMOSWorks – galinga analizės programa

Šiose SolidWorks versijoje yra integruotos tik bazinės programos, tačiau yra be galo daug programų atskiroms inžinerijos sritims, atskiriems elementams modeliuoti, skaičiuoti, analizuoti. Geartrax programa skirta įvairių krumpliaračių modeliavimui, Camtrax programa skirta kumštelių modeliavimui bei skaičiavimui. CosmosWorks programa skirta įvairiems stipruminiams

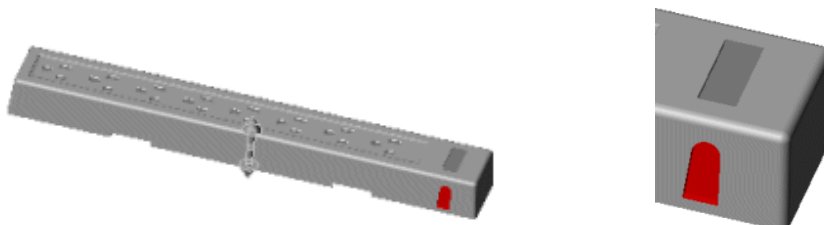
skaičiavimams. CosmosMotion skirta gaminio judesiams modeliuoti. Tai yra tik kelios programos, skirtos inžinieriaus darbui palengvinti.

Taip pat į SolidWorks sistemą galima integruoti labai platų spektrą kitų gamintojų sukurtų programų, leidžiančių labiau pritaikyti sistemą tam tikrai projektavimo kryptčiai. Pavyzdžiui Zeal Solutions siūlo produktą CircuitWorks, skirta elektroninių montažo plokščių modeliavimui iš IDF arba PADS failų. EmbassyWorks iš Linius Technologies skirta laidų ir kabelių modeliavimui ir t.t. SolidWorks programa turi tokias funkcijas

- Undercut Detection
- Parting Line Creation
- Shutoff Surface
- Parting Surface
- Thickness Check
- Command Manager
- Customized Menus
- Quick Tips
- Materials Library
- RealView
- Deform Feature
- Wrap Feature
- Delete And Fill
- Structural Member Layout
- Drawing Creation
- Gusset Feature
- End Cap Feature
- Fillet Weld
- Automatic Cut List
- Bills Of Materials
- Auto Balloon
- Design Intent Dimensions
- Hole Tables
- Revision Blocks
- Lightweight Subassemblies
- Lightweight Drawings
- Draft Drawing Views
- Print3D Command

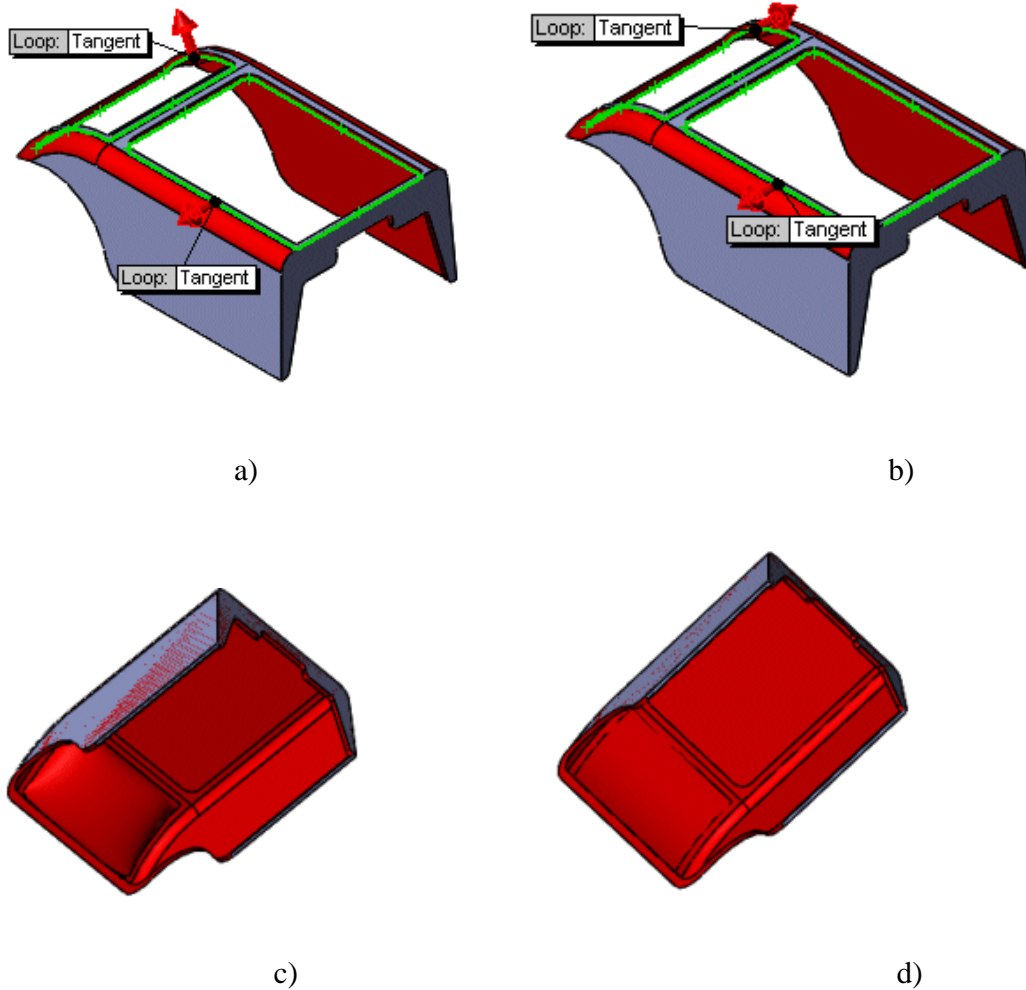
Žemiau pateikiamas smulkesnis SolidWorks galimybių aprašymas. Kiekviena nauja versija įneša papildomų komandų, bei funkcijų.

- Undercut Detection – liejimo formų sudarymo įrankis, kuris randa liejimo formos vietas, kurių neįmanoma išimti iš liejimo formos (3.4.1. pav.)



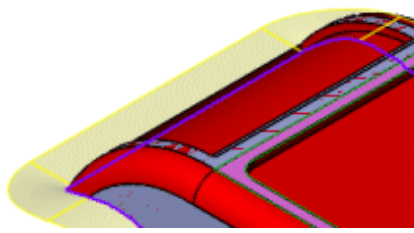
3.4.1. pav. Parodytos vietos, kurios liejimo metu nebus išimtos

- Parting Line Creation – liejimo formų sudarymo įrankis
- Shutoff Surface – liejimo formų sudarymo įrankis, galimybė „išjungti“ nesujungtus paviršius, kurie liejimo forma daro nesandarią (3.4.2. pav.)

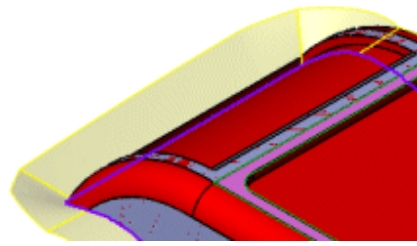


3.4.2 pav. a – neteisinga kryptis, b – teisinga kryptis, c- neteisinga kryptis:grublėtas paviršius, d - teisinga kryptis:lygus paviršius

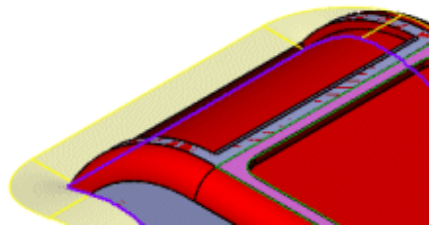
- Parting Surface – liejimo formų sudarymo įrankis, atskiria paviršius liejimo „masę“ nuo pagrindo (3.4.3. pav.)



a)



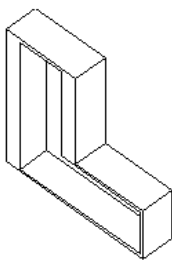
b)



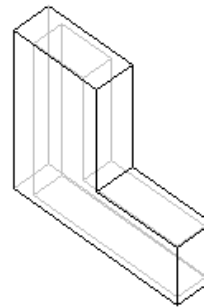
c)

3.4.3. pav. a – liestinė paviršiui, b – normalė paviršiui, c- statmenai tempiama

- Thickness Check – galimybė iš detalės padaryti kiautą su įvairaus storio sienelėmis (3.6 pav.)



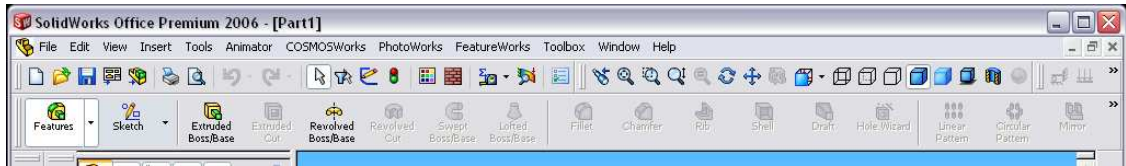
a)



b)

3.4.4. pav. a - kiautas su įvairiu sienelių storiu ir permatomu paviršiumi (paviršiai nepašalinti),
b- kiautas su įvairiu sienelių storiu ir pašalintu paviršiumi

- Command Manager – pagrindinio lango darbo įrankis, leidžia patogiai naudotis kitomis darbo komandomis (3.4.5. pav.)



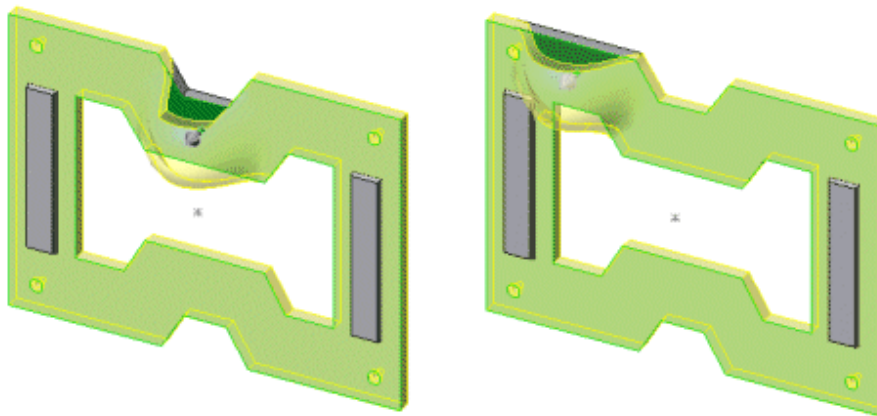
3.4.5. pav. Komandų menedžeris

- Customized Menus – patogų įdėti ir ištrinti norimas darbo ikonas
- Quick Tips – iššokantys patarimai, kaip elgtis vienoje ar kitoje situacijoje
- Materials Library – medžiagų katalogas, leidžia suteikti detalei vienokią ar kitokią išvaizdą ir tos medžiagos specifikacijas
- Delete And Fill – ištrina paviršių ir užpildo vientisa medžiaga
- Structural Member Layout – sukuria 3D rėmą
- Drawing Creation – automatinis 3 brėžinio projekcijų įterpimas į brėžinį
- RealView – priklausomai nuo vaizdo plokštės atvaizduoja tikrą metalo ar kitos medžiagos paviršiaus atspindžius (3.4.6. pav.)



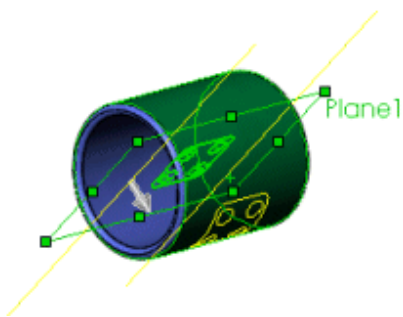
3.4.6. pav. Detalė su tikrais metalo atspindžiais

- Deform Feature – galima deformuoti vieną ar kitą detalės vietą.



3.4.7. pav. skirtingi tempiami taškai ant to pačio paviršiaus

- Wrap Feature – sukuria plokščių eskizą ant cilindrinio paviršiaus.



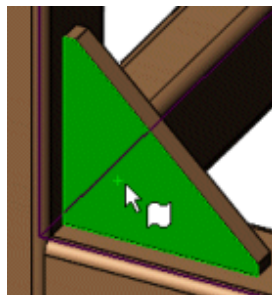
a)



b)

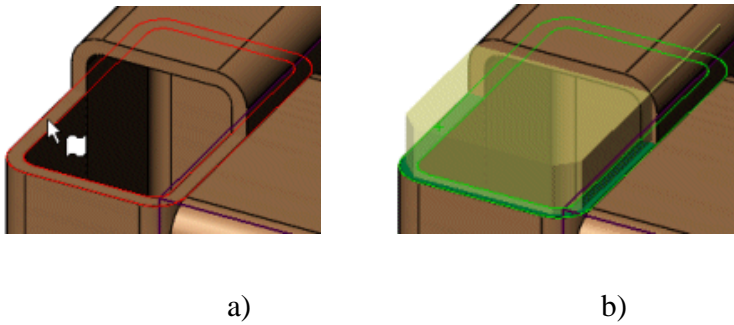
3.4.8. pav. a- formos uždėjimas ant cilindrinio paviršiaus, b - formos projektavimas plokštumoje

- Gusset Feature – suvirinimo įrankis, įterpia į modelį standumo briaunas (3.4.9. pav.)



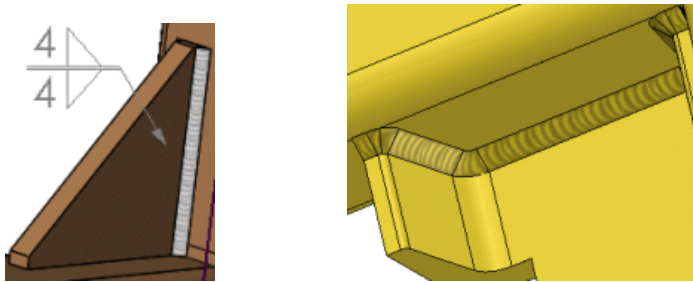
3.4.9. pav. įterpta standumo briauna

- End Cap Feature – suvirinimo įrankis, sukuria dangtelius ant atvirų vietų (3.4.10. pav.)



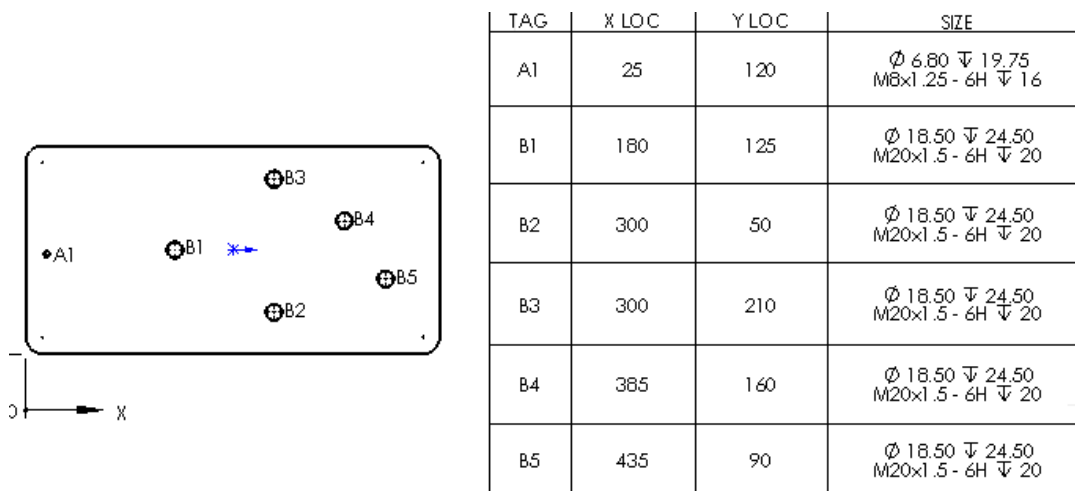
3.4.10. pav. a - prieš įrankio panaudojimą, b - po įrankio panaudojimo

- Fillet Weld – suvirinimo įrankis, parodo suvirinimo siūlę ant detalės (3.4.11. pav.)



3.4.11. pav. virinimo siūlės uždėjimas ant detalių

- Automatic Cut List – automatinis sukurto rėmo išskaidymas į detales
- Bills Of Materials – brėžinio specifikacijos sukūrimas
- Auto Balloon – automatinis pozicijų uždėjimas brėžinyje
- Design Intent Dimensions – skardos lankstymo įrankis, leidžia iš karto žinoti iš kokių matmenų skardos reikės išlankstyti gaminį
- Hole Tables – brėžinyje sukuriama skylių matmenų lentelė (3.4.12. pav.)



3.4.12. pav. detalė, kurioje yra daug skylių ir lentelė, kurioje yra visos skylės

- Revision Blocks – tikrinimo lentelės, leidžia vadovui patikrinus modelius ar brėžinius juos patvirtinti, keisti ir pan.
- Lightweight Subassemblies – supaprastinami surinkimo elementai
- Lightweight Drawings – supaprastinami brėžinio elementai
- Draft Drawing Views – mažinama brėžinio kokybė, kurios dėka galima produktyviau dirbti su dideliais surinkimais

Į SolidWorks bazinį modulį taip pat įeina COSMOSXpress – kurio dėka jūs galite nustatyti, kaip jūsų konstrukcija darbo metu reaguoja į apkrovas, pamatyti įtempimų išsidėstymą, deformacijas, ir priimti atitinkamus konstrukcinius sprendimus.

CosmosXpress pats parenka baigtinių elementų dydį, bet esant reikalui (pavyzdžiui norint padidinti skaičiavimo tikslumą arba sumažinti skaičiavimo laiką) jį galima koreguoti.

Esant reikalui, jei per mažas stiprumas, galima greitai pakeisti konstrukcijos matmenis, kas yra labai patogu ir leidžia sutaupyti daug laiko.

Kaip išvadas reikia pažymėti, kad CosmosXpress neatstoja rimtų skaičiavimo programų, tokių kaip CosmosWorks, ANSYS, ALGOR, tačiau ji pakankamai pajėgi, efektyvi ir lengvai prieinama bet kuriam inžinieriui, skaičiuojant detalės atsparumą ir optimizuojant skaičiuojamą konstrukciją.

Kita bazinė programa įeinanti i SolidWorks Office yra eDrawings. eDrawings – tai funkcionalus ir patogus būdas kolektyviniam darbui su projektu, aprūpinantis bendradarbiavimo galimybe tarp atskirų darbuotojų grupių naudojantis internetu. Gamybinės įmonės, kurios naudoja

SolidWorks ir AutoCad programos, eDrawings pagalba gali glaudžiai ir kartu dirbti su klientais, be to gavėjams nebūtina turėti savo eDrawings: peržiūrėjimo galimybė yra įjungta į kiekvieną elektroninį brėžinį.

Vartotojai jau seniai priprato, kad integruoti SolidWorks sprendimai, tai ne tik , ir ne tiek bazinių pastatymų galimybė, apie kuriuos mes iki šiol kalbėjome. SolidWorks Office sistemoje yra platus spektras įvairių inžinerinių priedų, kurie leidžia išspręsti praktiškai visas įmonių užduotis, pradedant sunkiais inžineriniais skaičiavimais ir baigiant programomis įvairių mechaninių komponentų modeliavimui.

3.5 Naujausia SolidWorks versija

2006 m. liepos 15 d. korporacija SolidWorks pristatė naują programos SolidWorks versiją – „SolidWorks 2007“, kuri projektuotojams leis dar labiau paspartinti modernių gaminių kūrimo procesą. 2007-oje versijoje realizuota daugiau nei 200 naujų funkcijų, įskaitant unikalią modelio struktūros intelektualaus valdymo technologiją SWIFT (SolidWorks Intelligent Feature Technology), kuriai analogiškos neturi nė viena kita automatizuoto projektavimo sistema (APS). SWIFT technologija leidžia žymiai padidinti darbo našumą ir tuo pačiu palengvina darbą, tuo lyg paneigdamą teiginį, jog aukšto lygio programinė įranga paprastai būna ypač sudėtinga. Pavyzdžiui, kurdami 3D modelius projektuotojai sugaišdavo daug laiko nustatinėjęnt nuolydžių ir suapvalinimų formavimo eiliškumą. 2007-oje „SolidWorks“ versijoje naudojamas visiškai kitoks modeliavimo būdas, kuomet SWIFT funkcija FeatureXpert automatiškai suformuoja naujus elementus tokia tvarka, kuri užtikrina korektišką modelio struktūrą. Taigi daugiau laiko galima skirti gaminiui projektuoti, o ne konstrukcinių elementų eiliškumo kaitai modelio medyje. FeatureXpert žymiai supaprastina modelio kūrimo procesą, ypač – naujiems vartotojams. Pavyzdžiui, vartotojas gali nežinoti, koku būdu detalėje reikia suformuoti nuolydį kai joje jau esama suapvalinimų. FeatureXpert automatiškai pakeičia elementų eiliškumą tokiu būdu, kad nuolydis suformuotas teisingai.

„SolidWorks 2007“ - tai išskirtinė programos versija, nes dėl SWIFT technologijos trimatis projektavimas pakyla iš automatizacijos lygio į aukštesnį – intelekto lygį. Vartotojams suteikiami ne tik nauji būdai sudėtingoms operacijoms atlikti naudojant minimalų komandų kiekį, bet ir kompetentingiausių SolidWorks ekspertų žinios ir bei patirtis.

Daugiau negu 90 nuošimčių „SolidWorks 2007“ versijos patobulinimų realizuoti atsižvelgus į klientų pageidavimus, taip padidinant programos intuityvumą ir aukštą našumą, o tuo pačiu – padedant projektuotojams sėkmingai dirbti.

Kitos SWIFT technologijos priemonės, įtrauktos į „SolidWorks“ 2007-osios versijos yra SketchXpert, kuris padeda išspręsti matmenų ir ryšių nesuderinamumo problemas eskizuose, bei MateXpert, suteikiantis galimybę spręsti analogiškas problemas pridėjus naujus ar modifikavus esamus ryšius tarp detalių arba junginių. SWIFT yra ryškus naujoviško SolidWorks korporacijos požiūrio į trimačio modeliavimo APS vystymąsi pavyzdys, kai pagrindinis dėmesys skiriamas būtent projektavimo procesui, o ne modeliavimo instrumentams.

Naudodamiesi nauja paieškos funkcija vartotojai gali viską, kas susiję su trimačio modeliavimo procesu, ir pasiekiami tiek jų darbo vietose tiek ir bendrose rinkmenose, produkto duomenų valdymo sistemoje (PDM) ar tiekėjų sistemose, ir tam pakanka tik vieno įrankio. Nauja galinga, bet paprasta naudoti paieškos funkcija gali dirbti su įvairiausių standartų duomenimis, įskaitant ir SolidWorks 3D ContentCentral biblioteką. Naudodamiesi paieška specialistai mažiau laiko sugaiš beieškodami jau sukurtų rinkmenų ar modelių ir galės daugiau laiko skirti naujiems gaminiams projektuoti. Šis instrumentas tai pat palengvins paiešką „SolidWorks 2007“ vamzdynų ir suvirintų konstrukcijų bibliotekoje. Nuo šiol „SolidWorks“ vartotojai galės naudotis išsamesne nei kitų D APS vartotojai standartizuotų detalių ir junginių modelių biblioteka. Tai labai svarbu, kadangi dažniausiai ne mažiau kaip 60 nuošimčių naujų gaminių sudaro pirktinės detalės.

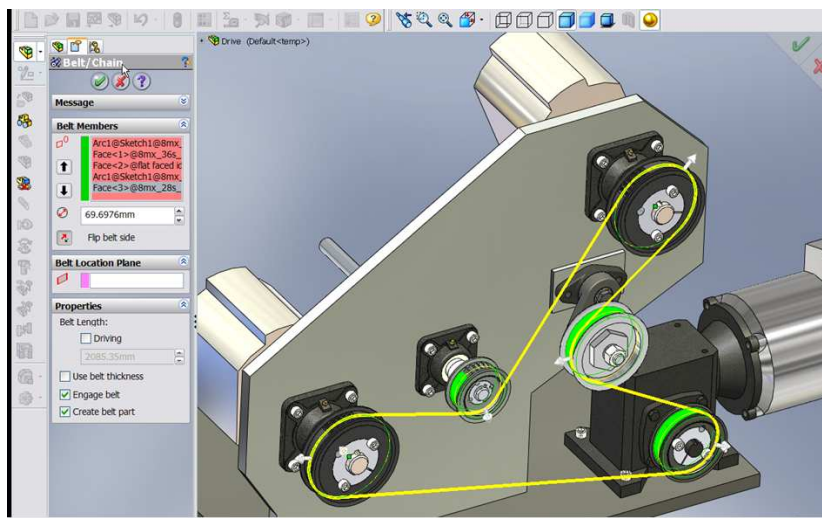
Prieš kuriant trimačius modelius projektuotojams ne mažiau svarbi dvimačio koncepcijos pateikimo galimybė. Tuo tikslu 2007 osios versijos „SolidWorks“ žymiai patobulinta eskizų blokų funkcija. Dvimačiuose diržų, grandinių, skriemulių ir krumpliaračių eskizuose dabar gali būti automatiškai pavaizduojama detalių tarpusavio sąveika ir jų judėjimas, taip palengvinant projektuotojo darbą tobulinant modelį bet kuriuo projektavimo etapo metu. Ši funkcija apjungia automatizuoto trimačio projektavimo vaizdumą ir dvimačio projektavimo intuityvumą.

Pernai atsiradęs SolidWorks modulis Design Checker įgavo naujų funkcijų, įgalinančių tikrinti, ar brėžiniai atitinka įmonės standartus. Naudojant naujas Design Checker funkcijas – automatizuoto brėžinių taisymo ir gebėjimo mokytis, atsižvelgiant į jau patvirtintus brėžinius, išvengiama daug lėšų ir darbo reikalaujančio konstruktorių dokumentacijos redagavimo.

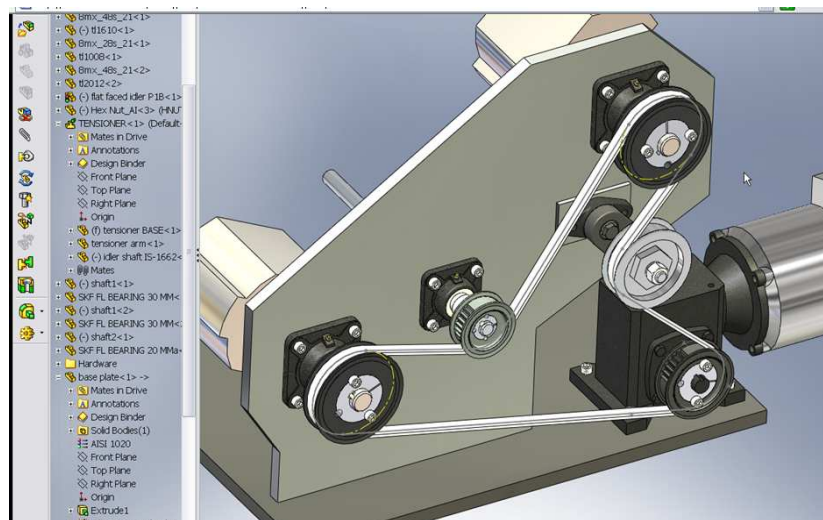
Be to „SolidWorks 2007“ vartotojams pirmą kartą suteikiama galimybė bet kokią rinkmeną išsaugoti Adobe 3D pdf formatu. Taip užtikrinama galimybė dirbti su labiausia paplitusiais standartais, naudojamais trimačių brėžinių mainams: pdf ir SolidWorks eDrawings. „SolidWorks“

2007 – Ojoje versijoje realizuota ir daugelis kitų patobulinimų, dar labiau supaprastinančių dvimačių brėžinių transformavimą į trimačius modelius ir padidinančių šio proceso efektyvumą. Galutinis trimačio automatizuoto (kompiuterizuoto) projektavimo tikslas – kurti vis tobesnius gaminius. Siekiant suteikti projektuojamiesiems gaminiams šiuolaikiškesnę formą ir ergonomiškumą, „SolidWorks 2007“ įdiegtos naujos detalių ir junginių 3D; modeliavimo funkcijos. Nauji laisvos formos paviršių modeliavimo įrankiai suteikia galimybę kurti stilingus paviršius perstumdam paviršiaus valdymo taškus ir kontroliuojant kreivumo tolydumą. Taip galima sukurti tobulesnio dizaino modelį, be to, palyginti su darbu kai naudojami tik įprastiniai paviršių modeliavimo įrankiai, sutaupoma laiko.

2007- osios versijos „SolidWorks“ įdiegtos naujos trimačio kinematinųjų ryšių tarp krumpliaraičių bei diržų ir skriemulių vizualizavimo funkcijos leidžia modeliuoti diržines, grandines, krumpliaratines ir krumpliaštiebines perdavas bei sudėtingesnius nei iki šiol, keletu perdavų junginius (3.5.1. pav.). Prireikus šiuose perdavų modeliuose galima naudoti standartinių matmenų komponentus, taip sumažinant lėšų ir darbo sąnaudas.



a)

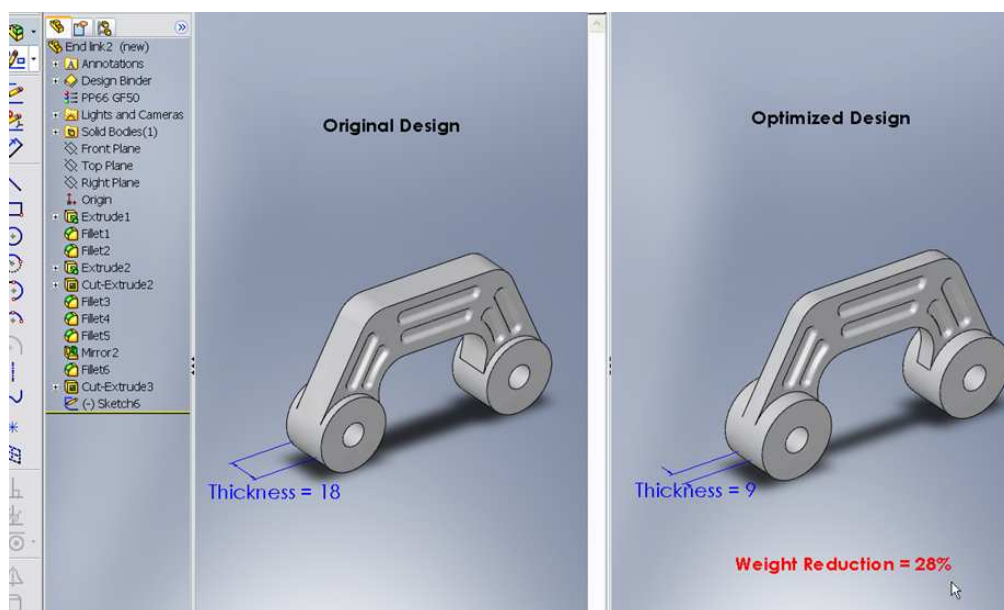


b)

3.5.1. pav. a) – Kinematinių ryšių pridėjimas, b) – Elementai sujungti diržu

„SolidWorks 2007“ įdiegta ScanTo3D funkcija, leidžianti vartotojams projektavimui naudoti duomenis, automatiškai gautus ir realių fizinių modelių. Šią funkciją realizuoja paprasta naudoti sąsaja, kurios programa vedlys paaiškina vartotojui visus 3D skenavimo proceso ir duomenų importavimo bei 3D modelio suformavimo žingsnius. ScanTo3D optimizuota dirbti su nauju kompanijos NextEngine, kuri yra SolidWorks partneris, dideles skiriamosios gebos skeneriu Desktop 3D Scanner. ScanTo3D gali pateikti duomenis ir keletu kitų labiausia paplitusiu trimačio skenavimo duomenų formatu.

Naujoms funkcijoms papildyti ir 2007 – osios versijos „SolidWorks“ integruotos inžinerinės analizės moduliai. Bazinis analizės instrumentas COSMOSXpress, pateikiamas kartu su visais SolidWorks automatizuoto trimačio projektavimo produktais, dabar turi ir optimizavimo funkciją, kuri leidžia taupyti detalėms gaminti naudojamas medžiagas bei padidinti darbo našumą (3.5.2. pav.). Papildomai galima įsigyti ir COSMOSworks programinį paketą, skaičiuojantį baigtinių elementų metodu.



3.5.2. pav. Pirminė ir optimizuota forma

3.6 Baigtinių elementų metodas

Sprendžiant sudėtingas šiuolaikines technines problemas labai plačiai naudojami skaitiniai metodai, pagrįsti vientisos visumos dalijimu į mažesnes sritis. Šiose srityse pritaikant tam tikras polinominės funkcijas ir šių sričių fizinio ryšio priklausomybes. Gaunamas visumos būseną aprašančių funkcijų pasiskirstymas. Tuo remiantis galima nustatyti fizinio objekto dalyvavimo nagrinėjamame procese pobūdį.

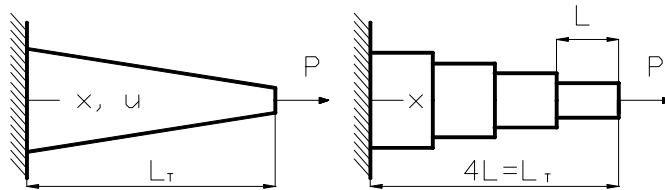
Baigtinių elementų metodas (BEM) dažniausiai plačiausiai taikomas įvairius fizikinius reiškinius ir procesus aprašančioms diferencialinėms lygtims dalinėmis išvestinėmis spręsti. Konstruktyvų baigtinių elementų metodo pagrindą sudaro variacinė uždavinio formuluotė naudojant įvairius baigtinius elementus. Sprendžiant diferencialinį uždavinį šiuo metodu gaunama tiesinių (ar netiesinių) algebrinių lygčių sistema, kurios sprendinys apibrėžia baigtinių elementų, aproksimuojančių ieškomą funkciją, parametrus. Skaičiavimai baigtiniu elementu metodu apima tokius etapus:

- bet kokia sudėtingos geometrinės formos sritis pavaizduojama baigtiniu paprastos formos elementų skaičiumi;
- diferencialinė lygtis dalinėmis išvestinėmis kiekviename elemente apytiksliai pakeičiama algebrinių lygčių sistema;

- elementus aprašančios algebrines lygtys apjungiamos į bendrą vienareikšmiškai
- išsprendžiamą algebrinių lygčių sistemą .

Nagrinėjamas fizikinis procesas yra pilnai aprašomas kiekviename baigtiniame elemente, laikant jį maža sritimi su pradžioje nežinomomis kraštinėmis sąlygomis.

Konstrukcijos dalijimas į baigtinius elementus yra viena iš svarbiausių BEM procedūrų. Paprastos konstrukcijos dalijimas į baigtinius elementus parodytas 3.5.4. pav.



3.6.1. pav. Plonėjantis strypas tempiamas jėga P (kairėje) ir jo BEM modelis (dešinėje)

Jeigu reikia nustatyti strypo dešiniojo galo poslinkius tai panaudojant klasikinius metodus galima rašyti diferencialinę lygtį kūginės formos strypui ir išspręsti ją ašinio poslinkio u , kaip funkcijos nuo x , atžvilgiu. Tuomet strypo galo poslinkį nesunku apskaičiuoti, kai $x = L_T$. BEM sprendinys yra paremtas ne diferencialinės lygties formavimu, o strypo skaidymu į mažesnius elementus, kurių kiekvienas yra pastovaus tačiau skirtingo skerspjūvio. Kiekviename elemente u kinta nuo x tiesiškai, tačiau strypo ilgyje $0 < x < L_T$ poslinkis yra aprašomas laužtine tiesine funkcija. Kiekvieno elemento pailgėjimą galima apskaičiuoti paprasta formule PL/AE (kur A , L , E – kiekvieno elemento skerspjūvio plotas, ilgis ir tamprumo modulis). Strypo galo poslinkis gaunamas sudedant visų elementų pailgėjimus. Sprendimo tikslumas padidėja naudojant didesnę baigtinių elementų skaičių.

Pradžioje patogu nagrinėti supaprastintą atvejį, kai nagrinėjamą objektą sudarantys elementai jau yra užduoti kaip diskretiniai, o jų fizikinė elgsena yra aprašoma algebrinėmis lygtimis. Priklausomai nuo tiriamo objekto, tai gali būti spyruoklės, santvarų strypai, vamzdyno su tekančiu skysčiu segmentai, elektrinės varžos ir pan. Daugumoje tradicinių inžinerinių disciplinų nagrinėjami modeliai yra iš esmės diskretiniai. Jie dažniausiai gaunami ne formaliai, taikant baigtinių elementų ar kitus metodus, o empiriškai, suvokiant aprašomo fizikinio reiškinių esmę ir žinant svarbiausius gamtos dėsnius. Tačiau rezultatas tas pats – labai dažnai mes mokame matematiškai aprašyti mažo konstrukcijos elemento elgseną . Nėra labai svarbu, ar mes elementą iš tikrųjų suvokiame kaip diskretinį, ar jis tampa diskretiniu, matematiškai suskaidžius kontinuumą į baigtinius elementus.

Kaip taisyklė, netgi labai skirtingos fizikinės prigimties diskretinius elementus aprašančios lygtys yra struktūriškai labai panašios ar netgi vienodos. Kalbant “poveikio” ir “atsako” terminais, galima nesunkiai išvesti analogiją tarp tokių iš pažiūros skirtingų fizikinių sistemų, žr. 3.6.1 lentelę.

3.6.1. lentelė

Fizikinis modelis	Poveikis	Atsakas
Kietas deformuojamas kūnas	Jėga	Poslinkis
Skystis	Debitas	Greitis
Šilumos mainai	Šilumos srautas	Temperatūra
Elektrinis laidumas	Elektros srovė	Potencialas

4. Eksperimentinė dalis

Tyrimo tikslas: Nustatyti, reikalingą jėgą, kuris bus reikalinga atkirsti stiklo audinio ruošiniui 25x40 cm. Ši jėga bus reikalinga toliau projektuojant nestandartinį gaminį – stiklo audinio atkirtimo įrenginį, skirtą stiklo audinio ruošinio, svorio testui nustatyti.

Tyrimo priemonės: Stiklo audinio medžiaga, tekstolitinė plokštė ant kurio bus dedamas audinys, atkirtimo peilis (25x40cm) bei bandymo mašina su savirašiu.

Bandymo mašina UCP137

Tekstolitinė plokštė

Stiklo audinys

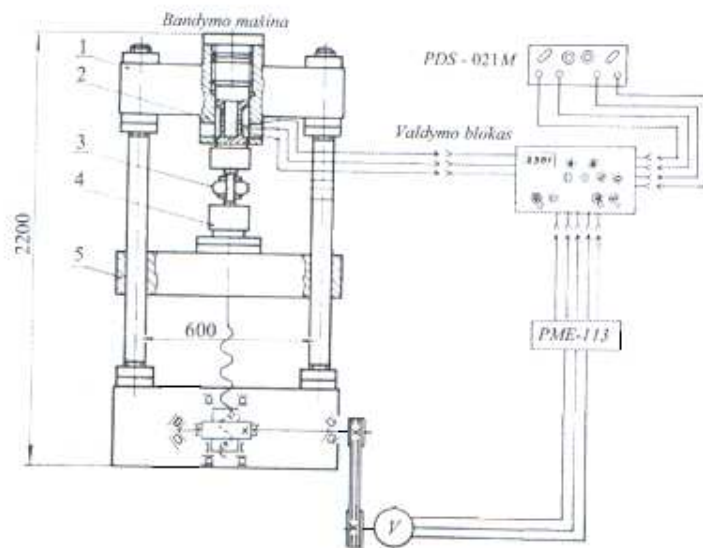
Atkirtimo peilis

4.1 Bandymo mašinos ir bandiniai

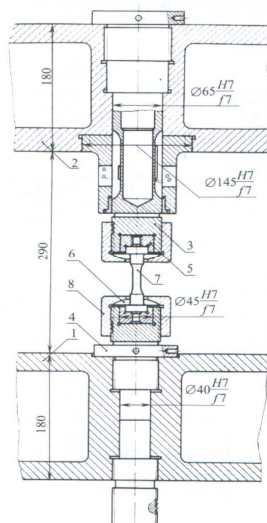
Mažaciklio deformavimo ir suirimo procesams tirti naudojamos žemojo dažnio mechaninės arba hidraulinės bandymo mašinos, o deformavimo diagramos užrašomos elektroniniu - mechaniniu arba skaitmeniniu būdu. Dabar yra gaminamos programinio valdymo mašinos su elektrine hidrauline pavara. Deformavimo diagramos užrašomos kompiuteriais. Visos jos turi tris pagrindines sistemas: apkrovimo įrenginį, matavimo ir registravimo bei valdymo sistemas. Pagrindinis apkrovimo tempimu - gniuždymu įrenginio uždavinys - suteikti deformuojamam bandiniui vienalytį deformacijų būvį (be lenkimo). Tai pasiekama dideliu griebtuvų bendraašiškumu ir mašinos standumu. Pagrindinis matavimo ir registravimo sistemos uždavinys – matuoti įtempimus ir deformacijas su paklaida, neviršijančia $\pm 1\%$ matavimo skalės, ir pakankamai greitai užrašyti deformavimo diagramas (3-10 ciklų per minutę greičiu). Valdymo sistemos uždaviniai: 1) automatiškai reversuoti apkraunantįjį mašinos griebtuvą pasiekus nustatytą jėgą arba deformaciją, esant bet kokiai apkrovimo programai, su paklaida, neviršijančia $\pm 1\%$ matavimo skalės; 2) registruoti apkrovimo pusciklius; 3) automatiškai išjungti mašiną bandiniui suirus. Bendra ŠU naudojamų mechaninių apkrovimo įrenginių schema parodyta 4.1.1.pav., o pagrindinio įrenginio junginio - griebtuvo konstrukcija – 4.1.2. pav. Griebtuvų junginys pirmiausia yra skirtas bandiniui 7 tiksliai centruoti. Viršutinis ir apatinis griebtuvai 3 ir 4 įtvirtinti mašinos skersiniuose 1 ir 2.

Bandiniai 7 griebtuvuose bazuojami cilindriniais lizdų 5 paviršiais. Gniuždymo jėgos bandiniui perduodamos lizdų 5 dugnais, o tempimo - griebtuvø veržlėmis 8 per sferinius segmentus 6.

Matavimo ir registravimo sistemose jėgos ir deformacijos matuojamos varžiniais, indukciniais ir kitokiais keitikliais, sujungtais į tiltelio schemą, ir elektroniniais - mechaniniais savirašiais arba kompiuteriais. Atliekant temperatūrinius bandymus, bandiniai kaitinami leidžiant elektros srovę per bandinį arba išoriniame šaltinyje (krosnelėje), kurio viduje yra bandinys su griebtuvais, ir indukcinio būdu.



4.1.1 pav. Bandyto stendo schema: bandymo mašina; matavimo ir valdymo sistemos



4.1.2 pav. Griebtuvo konstrukcija

4.2 Tyrimo eiga

Norint nustatyti kokia jėga yra reikalinga stiklo audiniui ruošiniui atkiršti reikiamų matmenų (25x40cm) naudajame dviejų tipų bandymo mašinas (hidraulinius presus).

Pirmuoju atveju naudojame hidraulinę bandymo mašiną UCP137. Tiriamasis stiklo audinys buvo padėtas tarp dviejų plokštumų matricos ir puansono, ir patalpintas tarp bandymo mašinos griebtuvų (4.2.1. pav.). Ant puansono padėta specialus tekstolitinis padas ant kurio buvo dedamas stiklo audinys, o ant jo viršaus specialius kirtimo peilis (4.2.4. pav.). Taip pat naudojau dinamotertą (4.2.2 pav.), kad sužinočiau kokia reikalinga jėga audiniui atkiršti. Stiklo audinys slegiamas tol kol akivaizdžiai buvo matomos visos keturios atkirtos audinio briaunos. Bandymas buvo kartojamas tris kartus kol pilnai atkirtome stiklo audinio gabalą (25 x 40 cm).

Antruoju atveju naudojome kito tipo hidraulinę mašiną (4.2.3 pav.). Tiriamasis stiklo audinys buvo padėtas tarp dviejų plokštumų matricos ir puansono. Ant puansono padėta specialus tekstolitinis padas ant kurio buvo dedamas stiklo audinys, o ant jo viršaus specialius kirtimo peilis (4.2.1pav.) kuris yra slegiamas prispaudžiamas antrąja preso plokštuma. Stiklo audinys slegiamas tol kol akivaizdžiai buvo matomos visos keturios atkirtos audinio briaunos. Bandymas buvo kartojamas tris kartus kol pilnai atkirtome stiklo audinio ruošinį (25 x 40cm). Kiekvieno atkirtimo metu buvo užfiksuota, stiklo audiniui atkiršti reikalinga jėga.



4.2.1. pav. Bandymo mašina su stiko audinio ruošiniu.



4.2.3 pav. Bandymo mašina su stiko audinio ruošiniu.



4.2.2 pav. Dinanometras reikalingas kirtimo jėgai nustatyti.



4.2.4.pav. Stiklo audinio atkirtimo peilis

4.3 Tyrimo rezultatai

Atlikus bandymus dviem bandymo mašinomis, su kiekviena po tris kartus. Kiekvienu atveju bandymas buvo tęsiamas tol kol stiklo audinio ruošinys (25 x 40cm) buvo iškirstas galutinai (4.3. 1. pav.).Gauti detalūs tyrimo rezultatai pateikti toliau.



4.3.1. pav. Bandymo metu atkirstas stiklo audinio ruošinys.

Pirmuoju atveju naudojame hidraulinę bandymo mašiną UCP137 . (4.2 pav.). Bandymas yra atliekamas tris kartus, kol pilnai iškertamas stiklo audinio ruošinys. Veikiančią jėgą matuojame papildomai pridėtu dinamometru (4.2.2 pav.).

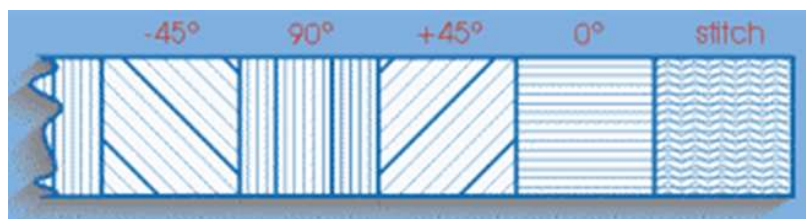
1. $F=17280\text{ N. } 1728\text{ Kg};$
2. $F=14920\text{ N. } 1492\text{ Kg};$
3. $F=13500\text{ N. } 1350\text{ Kg}.$

Antruoju atveju naudojame hidraulinę bandymo mašiną (4.2.3. pav.). Bandymas yra atliekamas tris kartus, kol pilnai iškertamas stiklo audinio ruošinys.

1. $F=16500\text{N. } 1650\text{ Kg};$
2. $F=14000\text{ N. } 1400\text{ Kg};$
3. $F=18300\text{ N. } 1830\text{ Kg}.$

Atlikus stiklo audinio atkirtimo bandinius, su dviem skirtingomis hidraulinėmis bandymo mašinomis, nustatėme stiklo audiniui atkirsti reikalingą jėgą. Kiekvieno bandymo metu rezultatai buvo truputėlį skirtingi. Pagrindiniai faktoriai lemiantys jėgos netolygumą:

1. Atkirtimo jėga gali svyruoti dėl netolygiai patiesto stiklo audinio ant kirtimo plokštumos.
2. Daug kartų naudojant atkirtimo peilį, peilio briaunos gali atbukti, o tai gali padidinti stiklo audinio atkirtimui reikalingą jėgą.
3. Audinio siūlų storis ir išsidėstymo padėtis plokštumoje (4.3.2. pav.)



a)



b)

c)

4.3.2. pav. Galimi audinio tipo išdėstymai plokštumoje: a) Keturiomis pozicijomis išdėstyti siūlai. b) dviem pozicijomis išdėstyti siūlai. c) Keturiom skirtingom pozicijom išdėstyti siūlai.

5. Projektinė dalis

5.1 Jėgų skaičiavimas

Jėgą veikiančia statmenai į atkirtimo įrenginio suspaudžiamąją dalį nustačiau atlikdamas bandymus. Konstrukcijos sunkio jėgų neskaičiuosiu, jas įvertinsiu koeficientu 1,2. Priėmiau reikalingą jėgą $20000 \text{ Nm} = 2000\text{Kg}$.

5.2 Hidraulinio cilindro skaičiavimas

Patikimam preso spaudimo mechanizmo darbui užtikrinti, reikia parinkti tokį cilindrą, kuris pajėgtų dirbti prie maksimalių apkrovų. Programinė įranga skirta hidraulinių pavarų automatizuotam projektavimui nėra populiarė, todėl reikalingus parametrus apskaičiuosiu pagal formules.

Kadangi mano projektuojamas atkirtimo įrenginio mechanizmas bus apkraunamas maksimalia jėga cilindro susitraukimo metu naudoju tokią formulę:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_c}{\pi \cdot p \cdot \eta \cdot k}}$$

kur, D – hidraulinio cilindro vidinis skersmuo

F_c – stūmoklį veikianti jėga

p – darbinis slėgis cilindre (6,3; 10; 12; 16; 20)

η – hidraulinio cilindro mechaninio naudingumo koeficientas

k – stūmoklio koto ir cilindro vidinio skersmens santykis

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 20000}{3,14 \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot 0,8 \cdot 0,5}}$$

$$D = \sqrt{\frac{80000}{1,256 \cdot 10 \cdot 10^6}}$$

$$D = \sqrt{\frac{80000}{12560000}} = 0,056\text{m} = 56\text{mm}$$

Priimu cilindro skersmenį 56 mm.

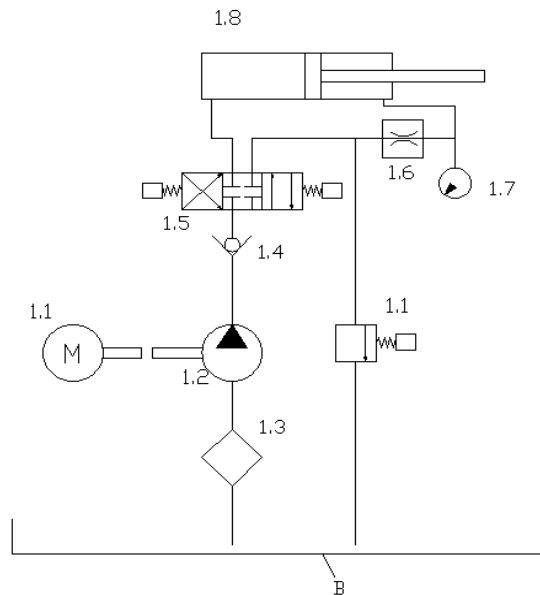
Hidraulinio cilindro naudojamas debitas skaičiuojamas iš lygybės:

$$V_{\text{imax}} = 1,25V_{\text{vid}}$$

$$v_{\max} = 1,25 \cdot 0,1 = 0,125 \text{ m/s}$$

$$Q = 10^{-3} v_{\max} \pi d_c^2 / 4 = 10^{-3} \cdot 0,125 \cdot 3,14 \cdot 39^2 / 4 = 0,149 \text{ l/s}$$

Sudariau hidraulinės stotelės schemą (5.2.1 pav.).



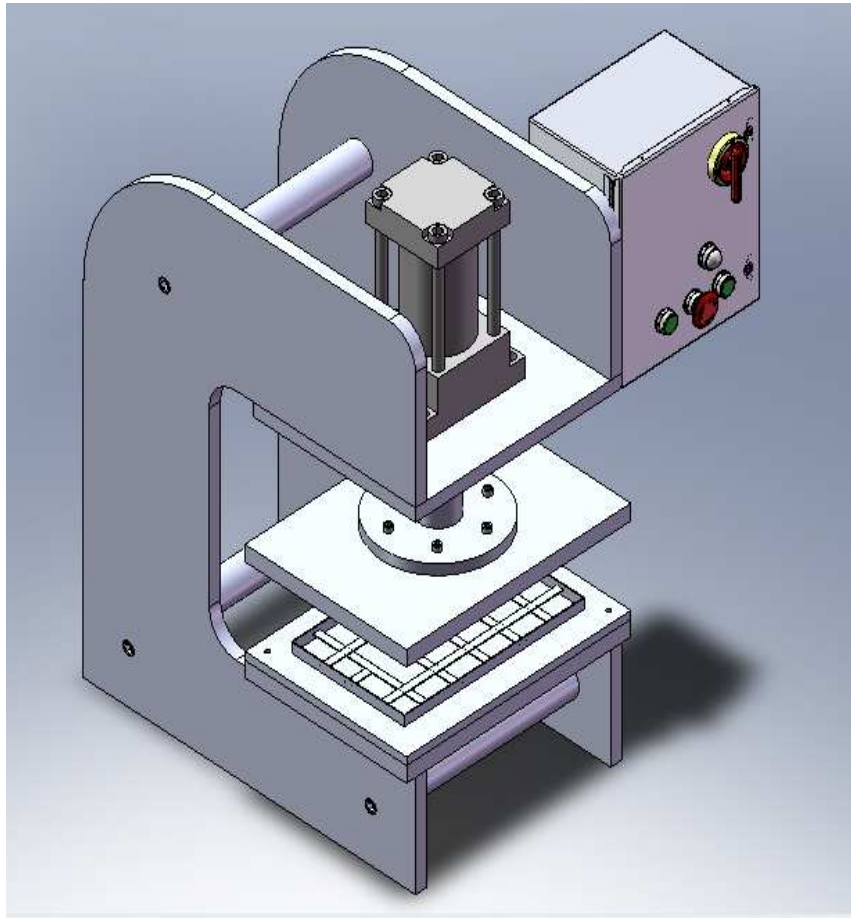
5.2.1 pav. Hidraulinės stotelės schema

Schemoje pavaizduota (5.2.1. pav.): B – bakas, 1.1 – variklis, 1.2 - sraigtinis siurblys, 1.3 – hidraulinio skysčio filtras, 1.4 – apsauginis vožtuvas, 1.5 – skirstytuvas, 1.6 – slėgio reguliavimo sklendė, 1.7 – monometras, 1.8 – hidraulinis cilindras.

5.3 Atkirtimo įrenginio konstrukcinių elementų stiprumo tyrimas

Sudėtingesnės konstrukcijos stiprumo tyrimui patogiausia taikyti šiuolaikinius skaitinius kompiuterinius metodus. Jie pagrįsti vientisos srities dalijimo į mažesnes sritis. Šiose srytise pritaikant tam tikras polimonomines funkcijas ir šių sričių fizinio ryšio priklausomybes, gaunamas visumos būseną aprašančių funkcijų pasiskirstymas. Tuo remiantis galima nustatyti fizinio objekto dalyvavimo nagrinėjamame procese pobūdį. Nagrinėjamas fizinis procesas yra pilnai aprašomas kiekviename baigtiniame elemente, laikant jį maža sritimi su pradžioje nežinomomis kraštinėmis sąlygomis. Šis, baigtinių elementų metodas, ir yra plačiausiai taikomas skaičiavimo metodas.

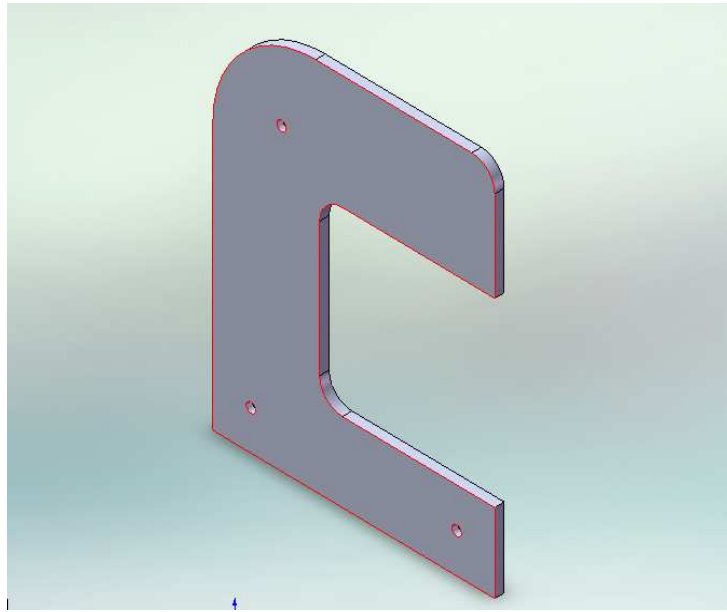
Preso konstrukcinių elementų stiprumo tyrimui naudosisu COSMOSWorks programinį paketą, nes jis pilnai integruotas į SolidWorks sistemą.



5.3.1 pav Atkirtimo įrenginio trimatis modelis

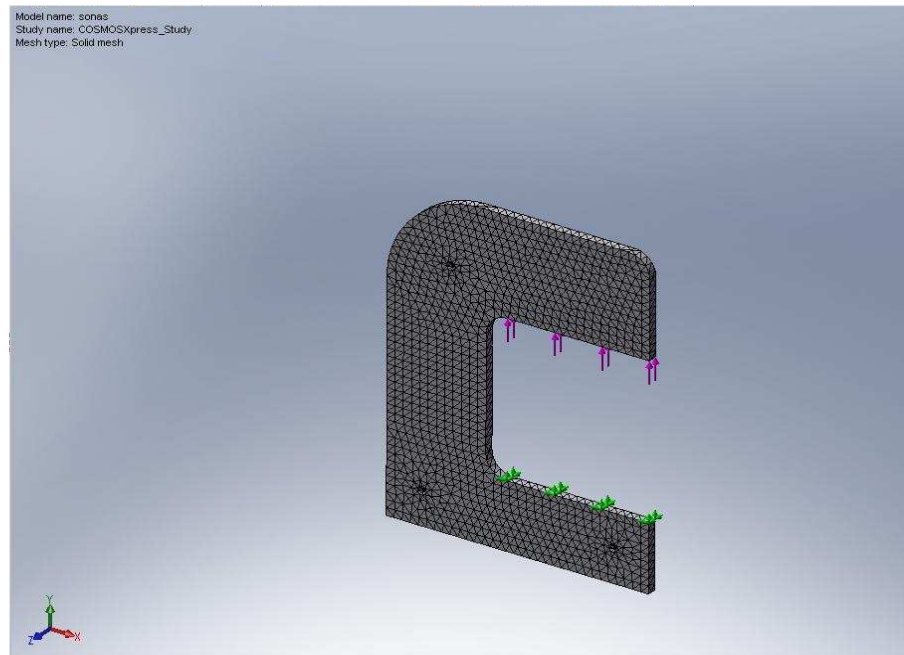
5.3.1 pav pavaizduotas trimatis preso modelis. Iš šio modelio išrinksiu pagrindinius elementus ir padarysiu jų stipruminę analizę.

Analizuosiu atkirtimo įrenginio šoninę konstrukciją (5.3.2 pav.), apkrausiu duotąją svirtį ašine jėga.



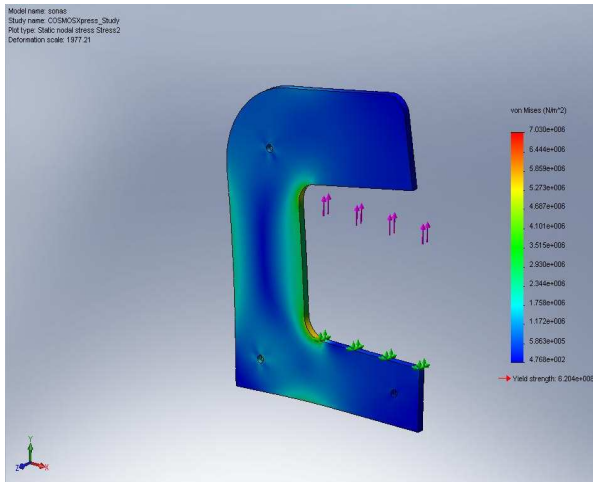
5.3.2 pav. Atkirtimo įrenginio šoninę konstrukcijos modelis

Vieną šoninės konstrukcijos galą įtvirtinu (savaržoma visomis kryptimis), kitas galas apkraunamas išskaičiuota jėga veikiančia į kitą konstrukcijos galą, parenku medžiagą. Programa sudaro baigtinių elementų tinklą (5.3.3 pav.).

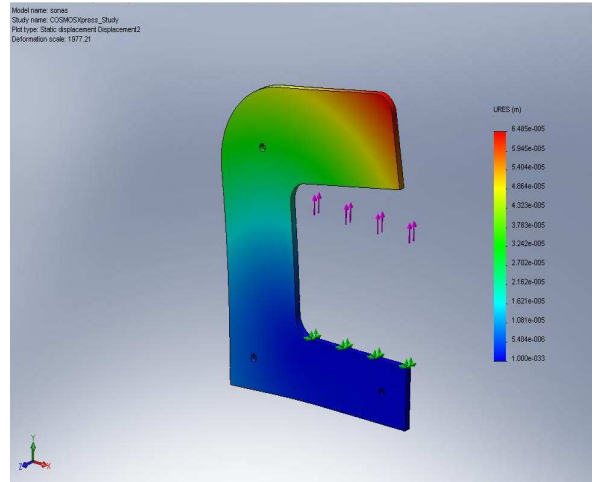


5.3.3 pav. Šoninė konstrukcija įtvirtinta, apkrauta jėga, bei sudarytu BE tinkleliu

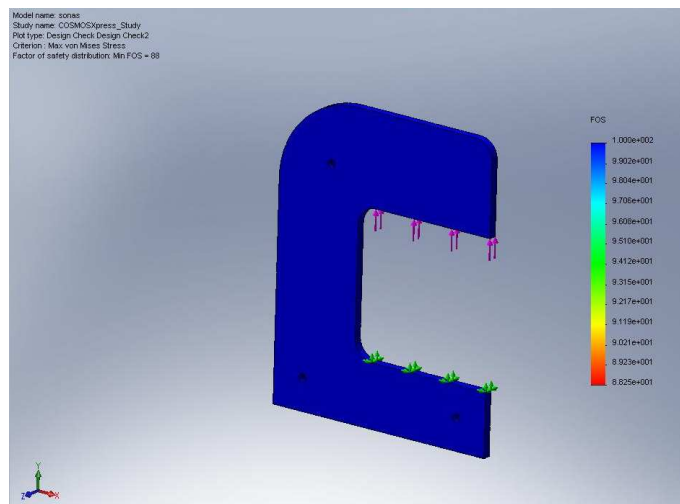
Programai atlikus skaičiavimus, parodomi gauti skaičiavimo rezultatai (5.3.4 pav.).



a)



b)

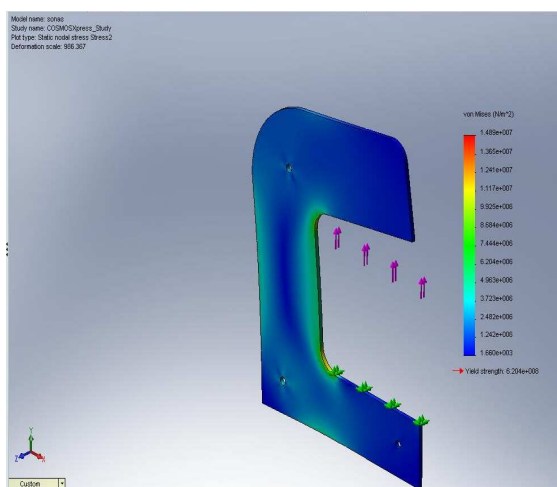


c)

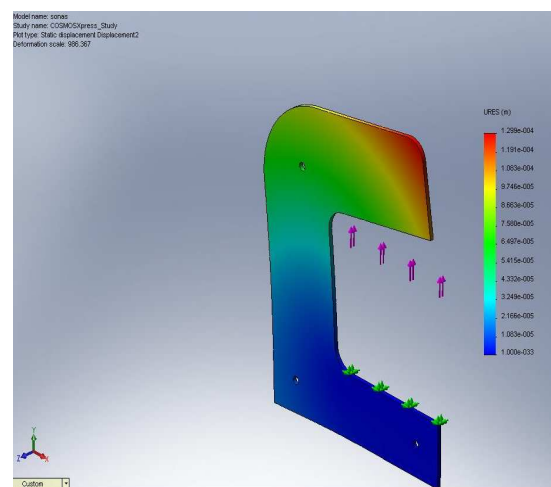
5.3.4 pav. Skaičiavimo rezultatai: a) įtempimų pasiskirstymas (von Mises),
b) poslinkiai,

Gautas atsargos koeficientas lygus 17, todėl COSMOSworks programa atliksiu detalės matmenų optimizavimą. Kad atlikti optimizavimą, reikia sukurti naują analizę nurodant, jog bus atliekamas optimizavimas. Dialogo budu nurodoma kad duomenis imti iš prieš tai atliktos statinės analizės, taip pat nurodomi matmenys, kuriuos leidžiu pakeisti, bei jų ribos. Pasirinkus „Run“

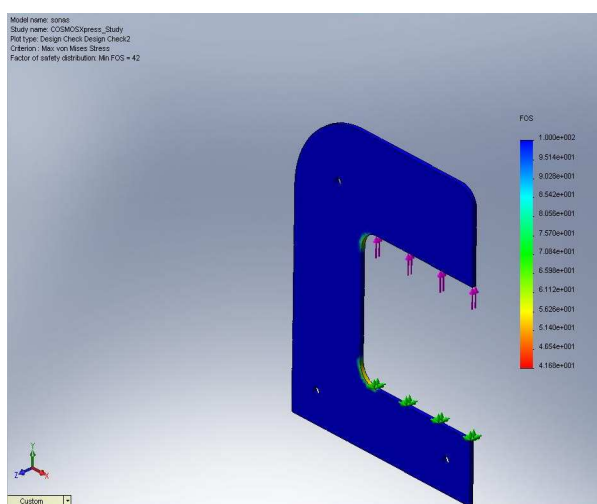
programa pradeda skaičiavimus, juos baigus pasiūlo naujus detalės matmenis (5.3.5. pav). Taip pat daugybę įvairių grafikų.



a)



b)



c)

5.3.5 pav. Skaičiavimo rezultatai po optimizavimo: a) įtempimų pasiskirstymas (von Mises), b) poslinkiai, c) atsargos koeficientas

Programai optimizavus svirties matmenis ir atlikus pakartotinę analizę atsargos koeficientas gaunamas 10. Jį būtų galima dar labiau sumažinti, tačiau gali atsirasti pavojus, kad tada šoninė konstrukcija bus klupdoma, bei atsiras nepageidaujami poslinkiai.

5.4 Atkirtimo įrenginio šoninės konstrukcijos tyrimo rezultatai (Solidworks sistemoje)

Medžiaga

5.4.1 lentelė

Tiriama detalė	Medžiaga	Svoris	Tūris
Konstrukcijos šonas	Plieno lydinys	91.5058 Kg	0,0118839 Kg

Medžiagos savybės

5.4.2 lentelė

Medžiagos savybė	Vertė	Dimencija
Tamprumo dulis	$2.1 \cdot 10^{11}$	N/m ²
Terminis laidumas	50	W/(m.K)
Šlyties modulis	$7.9 \cdot 10^{10}$	N/m ²
Masės tankis	7700	Kg/m ³
Stiprumo riba	$7.2383 \cdot 10^8$	N/m ²
Takumo riba	$6.204 \cdot 10^8$	N/m ²
Tem. plėtimosi koeficientas	$1.3 \cdot 10^{-5}$	Kelvin

Pastaba:

COSMOSXpress išnagrinėtos konstrukcijos analizės rezultatai remiasi linijine statine analize ir skaitoma, kad medžiaga yra izotropinė. Linijinė stalinė analizė nusako: 1) medžiagos busena yra linijinė ir atitinka Huko desnį 2) sukelti poslinkiai yra palyginus nedideli, kad būtų galima nekreipti dėmesio į kietumo pasikeitimą dėl apkrovos 3) apkrovos yra pritaikomos siekiant nepaisyti dinaminių poveikių

5.5 Kiti atkirtimo įrenginio konstrukciniai elementai

Atkirtimo įrenginiui naudoju plieną, kurio lydinys, susidedantis daugiausia iš geležies, su angliniu turiniu tarp 0.2 ir 2.04 % prie svorio (C:1000-10,8.67Fe), priklausomai nuo rūšies. Anglis yra efektyviausia lydymo medžiaga geležiai, bet įvairūs kiti lydymo elementai yra panaudoti tokie kaip manganas, chromas, vanadis, ir volframas. Anglis ir kiti elementai veikia kaip plieno sukietintojai, trukdydami dislokacijai geležies atomo kristaluose. Priemaišų kiekis pliene kontroliuoja tokius kokybės kaip kietumas, elastingumas ir tempimo, stiprumo riba. Plienas su padidintu anglies turiniu gali pasidaryti kietesnis ir stipresnis negu natūrali geležis, bet tuo pačiu

tampa trapesnis. Anglies kiekis geležyje yra 2.14 %, lydosi 1149 °C. didesnis anglies kiekis žemesnėje temperatūroje plieną cementuos.

Atkirtimo įrenginys yra hidraulinis presas, tuomet jam naudojamas hidraulinis siurblys , kuris yra ganėtinai našus, palaiko aukštą hidraulinį slėgį, tai pat aukšto slėgio žarnos specialialūs skirstytuvai ir elektrinis valdymo skydas.

Išvados

1. Apžvelgus analogus parinkta preso konstrukcija.
2. Parinkta šiam presui tinkamiausia pavara - hidraulinė pavara.
3. Atlikus eksperimentą nustatyta stiklo audinio ruošiniui atkirsti reikalinga jėga.
4. Sumodeliuotas trimatis preso modelis.
5. Atlikta konstrukcijos elementų stipruminė analizė, kuri parodė jog visi konstrukcijos elementai tenkina stiprumo sąlygas.
6. Suprojektuotas stiklo audinio atkirtimo įrenginys padės greičiau gauti tikslesnius, kokybiškesnius svorio testo rezultatus, nei juos atliekant rankiniu būdu.
7. Taikyti šiuolaikinius kompiuterinius skaitinius analizės metodus sprendžiant inžinerines problemas labai efektyvu, tai užima palyginti nedaug laiko, rezultatai yra labai tikslūs, sutaupoma daug lėšų.

Literatūra

1. SolidWorks Corporation. SolidWorks. Certified Gold Product. 2003;
2. A. Lenkevičius, J. Matickas. Kompiuterinė grafika. Kaunas. Technologija. 2001;
3. A. Vaidakavičius, j. Macevičius. Hidraulika ir hidraulinės mašinos. Vilnius. Mokslas. 1984;
4. V. Staponkus, K. Valiūnas. Pneumatinių sistemų elementai. Kaunas. Technologija. 1994;
5. K. Daukša ir kiti. Mašinių detalės. Vilnius. Mintis. 1973;
6. M. Daunys. Ciklinis konstrukcijų stiprumas ir ilgaamžiškumas. Kaunas. Technologija. 2000;
7. J. Dulevičius, P. Žiliukas. Mašinų elementai: skaičiavimai ir konstravimas. Kaunas. Technologija. 2000;
8. P. Žiliukas. Mašinų elementai: konstravimo metodologija ir praktika. Kaunas. Technologija. 2002;
9. Mokslas ir mechanika. 2007/12;
10. <http://www.solidworks.com/page/news/newsadevents.html>;
11. <http://www.hidroteka.lt/lt/prekesirpaslaugos/hidraulika>;
12. <http://www.lintera.info/pw/index.php?ltdrivesandcontrols>
13. <http://www.minitec.de/e/produkte.html>.