

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
MECHANINĖS TECHNOLOGIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

_____ Z. Ramonas

05.06.____

**PLOKŠTUMŲ PADĖČIŲ PAKLAIDŲ
GRANDINIŲ SUDARYMO
FORMALIZAVIMAS**

MAGISTRO TEZĖS

Vadovas doc.

J. Rimkus

Magistrantas MM - 3 gr. Stud.

E.Obrikas

Recenzentas

Prof.dr. R.V. Ulozas

ŠIAULIAI ,2005

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
MECHANINĖS TECHNOLOGIJOS KATEDRA

E.Obrikas

**PLOKŠTUMŲ PADĖČIŲ PAKLAIIDŲ
GRANDINIŲ SUDARYMO
FORMALIZAVIMAS**

MAGISTRO TEZĖS

ŠIAULIAI , 2005

Turinys

Įvadas.....	4
1. MATMENŲ GRANDINĖS.....	5
1.1 Tikslumo svarba mašinos ir detalės kokybei.....	5
1.2 Apdirbamos detalės faktinis ir reikalaujamas tikslumas. Vektoriniai ir skaliariniai dydžiai, bei parametrai, charakterizuojantys tikslumą.....	6
1.3 Konstruktorinė matmenų grandinė.....	10
1.4 Technologinė matmenų grandinė.....	11
1.5 Technologinės operacinės matmenų grandinės.....	12
1.6 Technologinės paklaidų grandinės.....	14
2. Plokštumų padėčių paklaidų grandinių formavimas.....	16
2.1 Įžanga.....	16
2.2 Incidentinės matricos sudarymo algoritmas.....	17
2.3 Konturų matricos sudarymas.....	21
IŠVADOS.....	27
REZIUMĖ.....	28
SUMMARY.....	29
LITERATŪRA.....	30

IVADAS

Mechaninio apdirbimo metu gaunamos specifinės detalių plokštumų padėčių paklaidos, kurios priklauso nuo jų konstrukcijos, tai yra nuo paviršių tarpusavio padėties. Ruošiniai, dėl konstruktyvinės formos ypatumo, turintys skirtingą standumą, veikiant pjovimo jėgoms technologinio proceso metu patiria įvairius persislinkimus, kurie iššaukia detalės formos pasikeitimą. Tokios formos paklaidos turi ypatingą reikšmę apdirbant aukšto tikslumo detales, nes šios paklaidos pagal dydį gali būti lygios užduotoms tolerancijoms.

Daugelis uždavinių, susijusių su tikslumu, sprendžiami remiantis matmenų grandinėmis. Apdirbant detales metalo pjovimo staklėmis susidaro sudėtingi matmeniniai ryšiai tarp detalės elementų (plokštumų), kurie turi savo specifiką, į kurią būtina atsižvelgti atliekant tiksluminius skaičiavimus. Ilgio matmenų paklaidų grandinės yra jau pakankamai išnagrinėtos, o ryšiai tarp plokštumų padėčių paklaidų mažai ištirti.

Sudarant technologines paklaidų grandines dažnai atsiranda netikslumai dėl to, kad neteisingai surandami grandinių sudarantieji nariai. Norint teisingai nustatyti matmeninius ryšius, kurie susidaro mechaninio apdirbimo metu, reikia pasinaudoti detalės geometrinių elementų padėčių paklaidų grandinėmis. Nors šios paklaidos nesudaro uždaro kontūro, galima sudaryti uždara grandinę grafo pagalba. Remiantis šiomis grandinėmis galima tiksliai nustatyti dedamuosius ir uždarančiuosius paklaidų grandinių narius.

Tyrimo objektas. Detalės plokštumų padėčių paklaidos.

Tyrimo tikslas. Plokštumų padėčių paklaidų grandinių, susiformuojančių technologinio proceso metu, sudarymo formalizacija.

1.MATMENŲ GRANDINĖS

1.1 Tikslumo svarba mašinos ir detalės kokybei

Mašinų detalių, mazgų ir mechanizmų kokybė priklauso nuo jų apdirbimo ir surinkimo, o taip pat nuo apdirbimo metu susidariusių fizinių ir mechaninių detalių medžiagos savybių. Didele dalimi ši kokybė priklauso nuo detalių paviršiaus savybių: šiurkštumo, sukietinimo laipsnio ir gylio, liekamųjų įtempimų didumo ir krypties, metalo viršutinių sluoksnių tekstūros.

Skiriamos dvi tikslumo sąvokos :

1. Ekonomiškas tikslumas. Tai toks tikslumas, kuris pasiekiamas normaliomis gamybos sąlygomis, esant mažiausioms gamybos išlaidoms t.y. atliekant darbą tvarkingomis staklėmis, naudojant kokybiškus toms staklėms pritaikytus įrankius ir įtaisus, kai dirba kvalifikuoti darbininkai be ypatingų pastangų normalų darbo laiką.

2. Galimas tikslumas. Tai toks tikslumas, kuris pasiekiamas ypatingomis palankiomis sąlygomis, dirbant aukštos kvalifikacijos darbininkams, nesiskaitant su darbo laiku ir išlaidomis.

Sprendžiant detalės ar mašinos tikslumo klausimus būtina įvertinti konkrečius reikalavimus, kuriais remsis technologinis procesas:

Detalė ar mašina turi išlaikyti užduotą tikslumą tam tikrą nustatytą laiko tarpą. Procese gali būti leidžiamas tam tikras nukrypimo nuo brėžinio rizikos laipsnis, jei tai ekonomiškai apsimoka, tačiau visais atvejais šis rizikos laipsnis turi būti iš anksto žinomas.

Išlaidos, skirtos detalės projektavimui ir gamybai, atsižvelgiant į analogiškas detales, turi būti minimalios.

Detalės tikslumas vertinamas šiais rodikliais, matmenų tikslumu, geometrinės formos tikslumu, paviršių kampinės padėties tikslumu ir paviršių glotnumu .

Detalių gamybos paklaidos išryškėja gamybos, o ypač surinkimo metu. Siekiant to išvengti būtina tiksliai įvertinti leistinų nuokrypų dydį, tolerancijas, tinkamus bazavimus atvejus, įvertinti staklių ir įtaisų tikslumą , standumą apdirbimo metu. Detalių konstrukcijai keliami tokie technologiškumo reikalavimai:

- 1) detalė turi būti pakankamai standi, kad jai būtų galima taikyti intensyvius apdirbimo režimus;
- 2) detalės formą reikia parinkti tokią, kad detalę būtų galima patogiai įtvirtinti ir apdirbti įvairiais įrankiais ir įtaisais. Jei tai neįmanoma padaryti, tai reikia padaryti dirbtinius bazavimo paviršius.

Projektuojant technologinį procesą būtina išpildyti dar ir tokius reikalavimus, kaip minimalus sunaudojimo metalo kiekis vienai detalei, operacijų sinchroniškumas pagal vienetinį laiką, minimalus transportavimo kelias, greitas pjovimu įrankių pasikeitimo laikas ir t.t.

1.2 Apdirbamos detalės faktinis ir reikalaujamas tikslumas. Vektoriniai ir skaliariniai dydžiai, bei parametrai, charakterizuojantis tikslumą

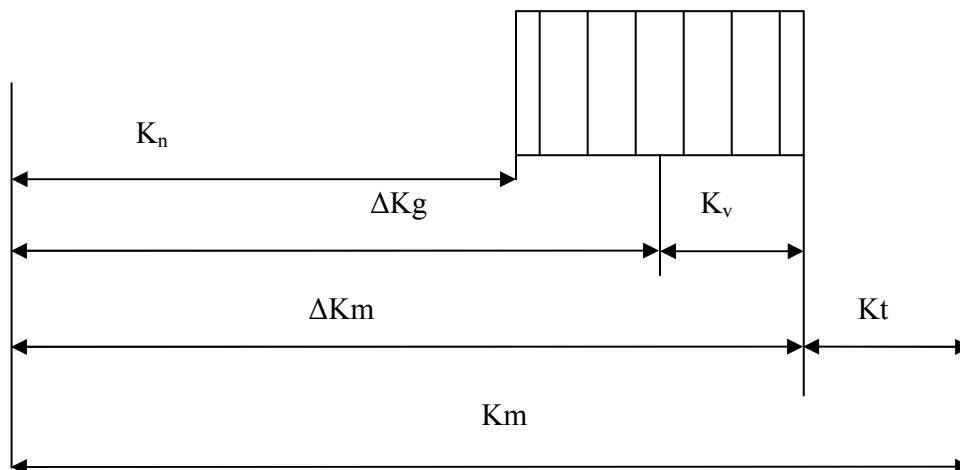
Detales ir jų atskiri paviršiai yra charakterizuojami šiais parametrais: atskirų paviršių

matmenų tikslumu ir atstumu tarp jų; formos ir tarpusavio padėties tikslumu, banguotumu ir paviršiaus šiurkštumu.

Detalių apdirbimo metu veikia daug atsitiktinių faktorių ir todėl atsiranda detalių kokybės rodiklių paklaidos. Tarp reikalingo gauti rodiklio dydžio ir gautos reikšmės gamybos procese visuomet yra tam tikras skirtumas, o matuojant bet kokią kokybės rodiklį jis nustatomas su tam tikra paklaida. Vadinasi gamybos procese gautas rodiklio dydis matuojant yra iškreipiamas.

Skiriamos keturios bet kokio rodiklio reikšmių rūšys:

- 1) nominali arba teorinė reikšmė K_n , gauta skaičiavimo metu;
- 2) tikra, objektyviai egzistuojanti reikšmė K_t , gauta gamybos procese;
- 3) vidurinė K_v reikšmė, kurią norime gauti gamybos procese, tai gali būti nominali arba vidurinė ar kitos reikšmės;
- 4) išmatuota K_m reikšmė, gauta išmatavus detalę nurodytu tikslumu.

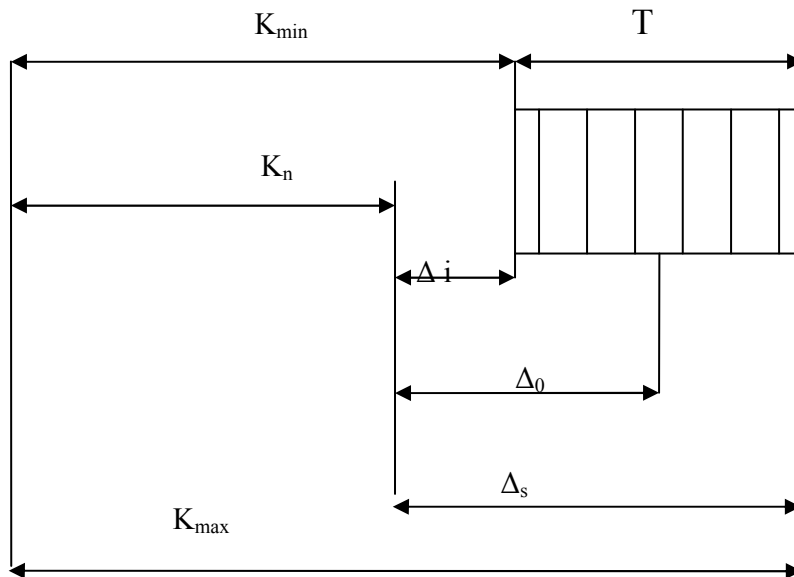


1.2.1 pav. Kokybės rodiklio reikšmių rūšys

Rodiklio K tikslumas, tai tokios rodiklio reikšmės K , priartėjimo laipsnis prie tos reikšmės K_v , kurią norima gauti gamybos procese. Rodiklio K matavimo tikslumas, tai išmatuoto dydžio K_m priartėjimo laipsnis prie tikro realaus rodiklio dydžio K_t .

Paklaidos detalių apdirbime yra neišvengiamos ir absoliutaus bet kurio rodiklio tikslumo pasiekti neįmanoma. Todėl detalių kokybės rodiklių reikšmėms nustatomi tam tikri jų kitimo intervalai, kuriems esant detalės ar visa mašina pasižymi reikiama kokybe, o gamybos savikaina tenkina gamintojus. Nustatyti rodiklio kitimo intervalai vadinami - tolerancijomis .

Mašinų gamyboje susiduriama su skaliariniais ir vektoriniais dydžiais.

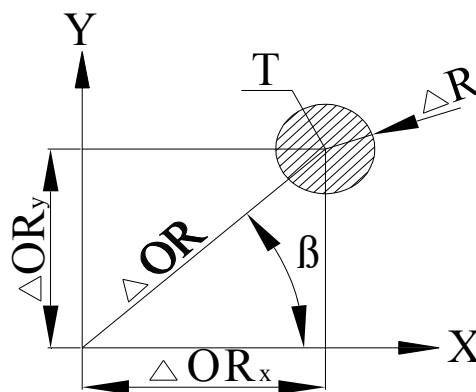


1.2.2 pav. Skaliarinio dydžio tolerancijos laukas.

Skaliarinio dydžio tolerancijos laukas užduodamas trimis būdais:

- 1) rodiklio viršutine Δ_s ir apatine nuokrypa Δ_i ;
- 2) tolerancijos lauku T ir jo vidurio koordinate Δ_0 ;
- 3) rodiklio maksimalia K_{max} ir minimalia K_{min} reikšme.

Dvimačio vektorinio dydžio tolerancija užduodama kokia nors geometrine figūra, kurios ribose gali būti atsitiktinio vektoriaus smaigalys. Tokia figūra vadinama hodografu. Jo forma ir padėtis pasirinktoje koordinačių sistemoje priklauso nuo sprendžiamo uždavinio.



1.2.3 pav. Dvimačio vektorinio dydžio tolerancijos schema

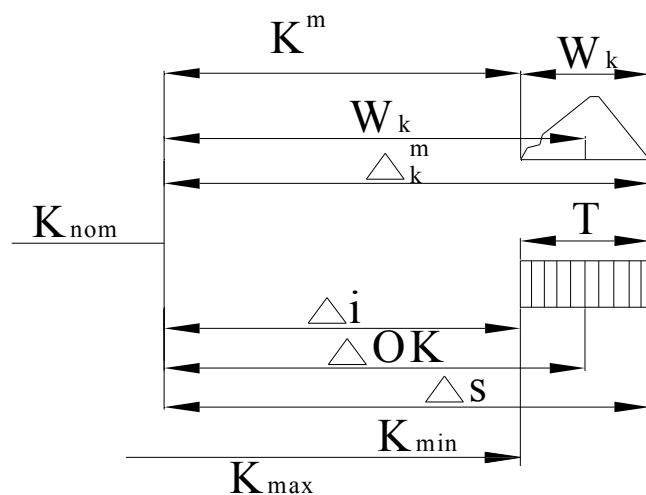
Čia: AOR - tolerancijos lauko vidurio reikšmė; AR - didžiausia gaunama paklaida (nukrypimas nuo vidurio).

Nagrinėjant tikslumą visų pirma reikia apibrėžti apie kokį tikslumą eina kalba: reikalaujama ar faktinį. Reikalaujamas mašinos detalių rodiklių tikslumas nustatomas išeinant iš mašinos paskirties ir matmenų grandinių uždarančiųjų narių tikslumo siekimo metodą. Faktinis bet kurio rodiklio tikslumas gaunamas kaip atitinkamo apdirbimo proceso rezultatas. Faktinį tikslumą panašiai kaip ir

reikalaujamą galima apibrėžti trimis būdais:

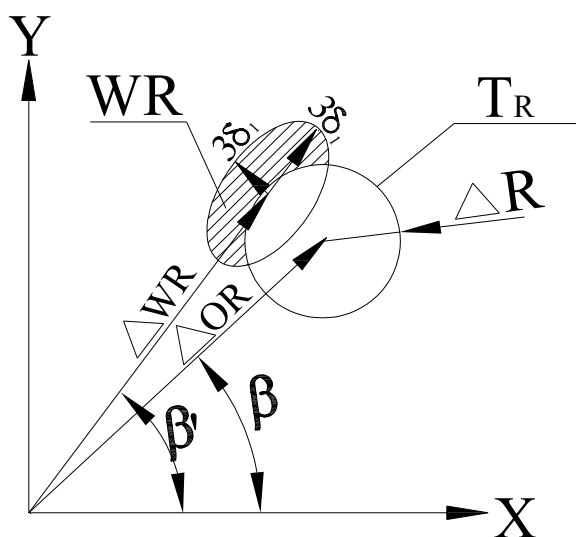
- 1) Rodiklio K reikšmių didžiausia A^* ir mažiausia nuokrypa A'' ;
- 2) Sklaidos lauko dydžiu w_k ir sklaidos lauko vidurio koordinate A_{wi} ;
- 3) Didžiausia K^D ir mažiausia K^m rodiklio reikšme.

Santykis tarp tolerancijos ir sklaidos lauko: $T \geq w$.



1.2.4 pav. Faktinio ir reikalaujamo tikslumo schema

Atsitiktinio vektoriaus reikalaujamas ir faktinis tikslumas gaunamas sutapdinant vektoriaus reikšmių išsibarstymo plotą ir tolerancijų plotą.



1.2.5 pav. Atsitiktinio ir faktinio tikslumo schema.

čia : $3\delta_1$ - didžioji ašis; $3\delta_2$ -mažoji ašis.

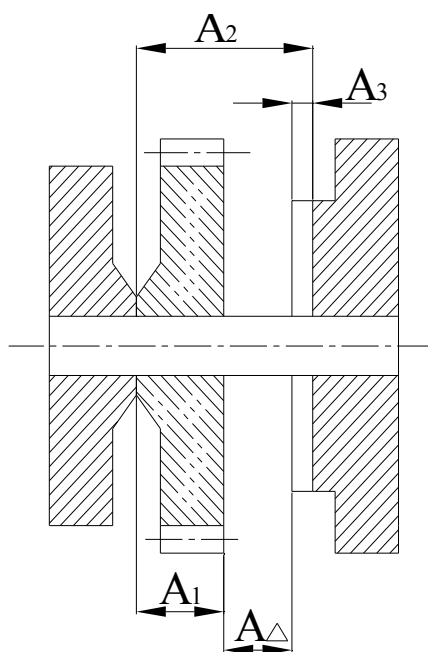
Reikalaujamas tikslumas užduotas apskritimu, o faktinis vektoriaus kitimas apribotas elipse. Detalių kokybė geometrinio požiūriu nusakoma tokiomis charakteristikomis: matmenų tikslumas, paviršių geometrinės formos tikslumas, paviršių tarpusavio padėties tikslumas ir paviršiaus glotnumas. Tarp šių charakteristikų būtinai turi būti išlaikytas toks santykis: paviršių tarpusavio padėties paklaidos turi būti mažesnės už matmenų paklaidas, paviršių formos paklaidų dydis turi būti mažesnis už paviršių tarpusavio padėties paklaidų dydį ir t.t. Jei nebūtų išlaikomas toks dėsningumas, būtų sunku įvertinti rango rodiklio paklaidą.

1.3 Konstruktorinė matmenų grandinė

Matmenų grandinė - tai matmenų, betarpiškai dalyvaujančių uždavinio sprendime ir sudarantys uždara kontūrą, visuma.

Konstruktorinių matmenų grandinių sudarymo pagrindas yra mašinos ar mazgo konstrukcija. Šių grandinių pagalba sprendžiami tokie uždaviniai: detalių matmenų ir jų tikslumo nustatymas, detalių paviršių tarpusavio padėties tikslumo nustatymas ir kt. Konstruktorinių matmenų grandinių sudarymas, paprastai nesudaro sunkumų. Mašinos ar mazgo konstrukcijai ir yra stabili sistema ir detalių matmenys, kurie įeina į matmenų grandinę, nesikeičia laiko bėgyje.

Reikia atkreipti dėmesį į tai, kad dedamieji ir uždarantieji matmenų grandinių nariai skiriasi savo esme. Dedamieji nariai yra atitinkamų detalių matmenys, o uždarantieji nariai - atstumai tarp skirtingų detalių paviršių.



1.3.1 pav. Konstrukcinė matmenų grandinė su kompensuojančiu nariu

Pavyzdžiui, pav. parodyta matmens grandinė, kur A_1 , A_2 ir A_3 dedamieji nariai, t.y. krumpliaračių, korpusinių detalių ir įvorių matmenys, o A_{Δ} - uždarantysis narys - tai tarpelis arba atstumas tarp krumpliaračio ir įvorės plokštumos. Daugumoje atveju uždarantieji nariai

konstruktorinėse matmenų grandinėse būna tarpeliai tarp dviejų detalių paviršių arba įvaržos dydis.

Nagrinėjant šias grandines susiduriama su dviem pagrindiniais uždaviniais: tiesioginiu ir atvirkštiniu.

1. Tiesioginis uždavinys - tai surasti uždarančiojo nario reikšmę arba nustatyti jo tolerancijos didumą.

2. Atvirkštinis uždavinys bus tada, kai duota pradinio, arba uždarančiojo, matmenų grandinės nario tolerancija ir žinomas grandinės narių skaičius, o reikia rasti vidutines kitų narių tolerancijas.

Linijinių ir kampinių matmenų tikslumui, taip pat surinktų mašinų kinematiniams tikslumui nustatyti taikoma matmenų grandinių teorija, penki pagrindiniai jos metodai: visiško pakeičiamumo, dalinio pakeičiamumo, reguliavimo, grupinio pakeičiamumo ir pritaikymo .

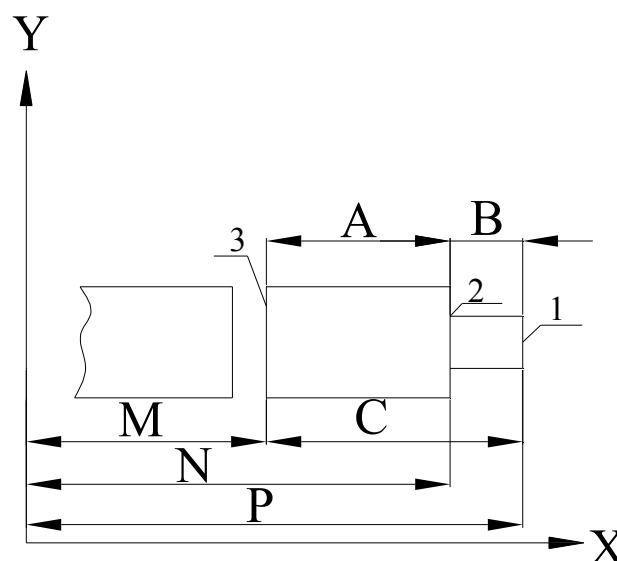
1.4 Technologinė matmenų grandinė

Technologinės matmenų grandinės matmenys yra formuojami per visą technologinį procesą.

Matmenų grandinės, kurių nariai yra operaciniai matmenys ir užlaidos, o taip pat apdirbamos detalės brėžinio matmenys, vadinsime technologine matmenų grandine .

Apdirbimo metu keičiasi baziniai paviršiai, o uždarantieji nariai šiose grandinėse yra galutiniai detalių matmenys ir užlaidų dydžiai. Svarbiausia yra tai, kad matmenys, kurie įeina į technologines matmenų grandines yra užduoti tarp dviejų plokštumų, todėl, kai apdirbimo procese keičiasi matmens dydis, jo pasikeitimą nusako abiejų plokštumų, tarp kurių užduotas matmuo, padėčių paklaidos.

Panagrinėkime kaip sudaroma technologinė grandinė pav. parodytai detalei.



1.4.1 pav. Technologinės matmenų grandinės sudarymo schema

Šią detalę apdirbant, pirmiausia tekinama plokštuma 1, paskui sudaroma plokštuma 2, po to detalė

atpjaunama, t.y. sudaroma plokštuma 3. Šiuo atveju susiformuoja trys matmenys: A, B ir C. Šie matmenys yra uždariantieji nariai. Dedamieji nariai yra atstumai nuo laisvai pasirinktos koordinatinių ašies y iki kiekvienos apdirbamos plokštumos, t.y. matmenys M, N ir P (pav.). Tokiu atveju galime sudaryti tris matmenų grandines:

$$A = N - M; \quad (1.4.1)$$

$$B = P - N;$$

$$C = P - M;$$

Kadangi koordinatinių sistemos, o tuo pačiu ir y ašies padėtis pastovi, tai matmenų M, N ir P paklaidos yra lygios atitinkamai plokštumų 3, 2 ir 1 padėčių paklaidoms. Tuomet:

$$w_A = w_N + w_M = w_2 + w_3; \quad (1.4.2)$$

$$w_B = w_P + w_N = w_x + w_2;$$

$$w_C = w_P + w_M = w_t + w_3.$$

Koordinacinių matmenų M, N ir P įvedimas nepalengvina technologinių matmenų grandinių sudarymo, nes detalės paprastai apdirbamos ne per vieną, o per daugelį operacijų. Tačiau galime kitu būdu surasti matmeninius ryšius, kurie susidaro per keletą operacijų, tai technologinių detalių geometrinių elementų (plokštumų padėčių ir kt.) padėčių grandinių panaudojimas.

1.5 Technologinės operacinės matmenų grandinės

Taikant matmenų analizę, technologiniams procesams yra sprendžiamos operacinės matmenų grandinės. Operacinėse matmenų grandinėse yra sprendžiamas matmenų nominalų ir nuokrypų nustatymo uždavinys. Esant matmenų nominalams ir nuokrypoms, atliekant visą technologinį procesą, detalė visiškai atitiks brėžinį pagal visus tikslus parametrus. Taip pat operacinėse matmenų grandinėse yra sprendžiami ir kt. uždaviniai.

Operaciniais matmenimis laikysime tuos matmenis, kurie nurodomi tam tikroje operacijoje tarp apdirbtų paviršių arba technologinių bazių ir apdirbtų paviršių.

Operacinių grandinių nariai yra matmenys, arba kiti detalės tiksliniai parametrai įvairiuose jos paruošimo stadijose: užlaidos, mušimas, nukrypimai nuo bendraašiško, lygiagretumas, statnumas, ašies išlinkimas, o taip pat paviršių storiai (cinkavimas, chromavimas).

Operacinėse matmenų grandinėse yra matmenų (arba kitų matmenų parametru), sudarančių uždara kontūrą ir nustatančių ryšį tarp operacinių matmenų arba kitų matmenų, visuma įvairiuose apdirbimo stadijose.

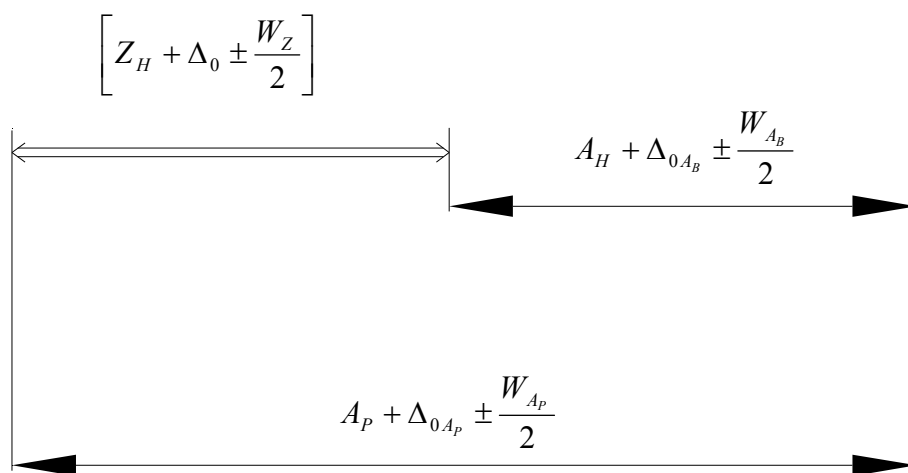
Operacinėse matmenų grandinėse uždariantysis narys dažniausiai būna užlaida, kuri nėra pradinis narys, nes ji nediktuoja pradinių reikalavimų kitiems nariams .

Taigi yra siūlomi šie apibrėžimai. Matmenys arba kiti apdirbamos detalės matmenų

parametrai, kurie operacinėse kortelėse turi būti atliekami užduotų tolerancijų ribose, yra operacinės matmenų grandinės sudarantieji nariai. Matmuo, arba kitas apdirbamos detalės parametras, kuris yra gautas atliekant sudarančiuosius narius yra vadinamas operacinės matmenų grandinės uždarantysis narys.

Technologinio proceso operaciniuose eskizuose turi būti nurodomi tik sudarantieji nariai. Žinoma tai nereiškia, kad uždarantysis narys išvis nėra reglamentuotas. Uždarantieji nario (matmenys) ir techniniai reikalavimai yra reglamentuoti ant detalės brėžinio ir technologinės kontrolės kortelių.

Apžvelkime patį paprasčiausią operacinių matmenų grandinių apskaičiavimą.



1.5.1 Operacinės matmenų grandinės sprendimo pavyzdys.

Paveiksle 1.5.1 yra pavaizduota matmenų grandinė, surišanti detalės matmenį iki apdirbimo pradžios A_p , matmenį po apdirbimo A_B ir užlaidą z . Matmuo po apdirbimo A_B yra paimtas iš brėžinio arba nustatomas iš praeitos technologinės matmenų grandinės. Paprastai yra žinomas jo nominalas A_{Bnom} ir maksimalios nuokrypos A_{BAB} , A_{HAB} , arba tolerancijos lauko vidurio koordinatė A_{OAB} ir tolerancijos laukas w_{AB} .

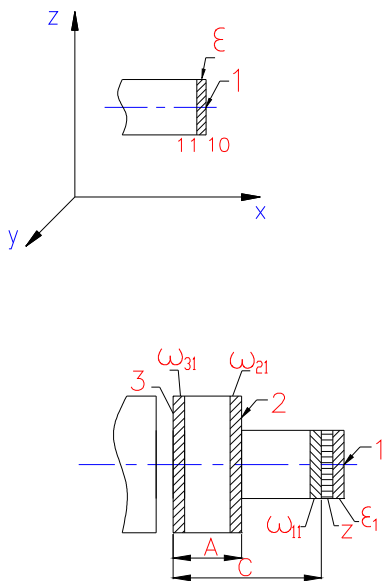
Prieš tai einantis matmuo, bet kurioje technologinio proceso operacijoje yra detalės matmuo, pateikiamos šiai operacijai. Pirmai operacijai tai bus ruošinio, pateikiamo mechaniniam apdirbimui matmuo. Nariui A_p reikia nustatyti nominalą A_{pnom} sprendžiant matmenų grandinę. Matmens w_A tolerancija ir maksimalios nuokrypos Δ_{BAp} , Δ_{HAp} yra paimamos dėl technologinių sumetimų pagal išrinktų įrengimų galimybes. Vadinasi gali būti rasta lauko vidurio koordinatė Δ_{OAp} .

Uždarantysis narys šioje grandyje yra užlaida z , matmuo A_p yra didinantis sudarantysis

narys, o matmuo A_B mažinantis narys.

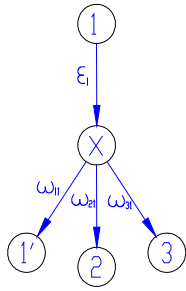
1.6 Technologinės paklaidų grandinės

Iš pirmo žvilgsnio atrodo, kad neįmanoma sudaryti detalės geometrinių elementų (plokštumų) padėčių paklaidų grandinių, kadangi šios paklaidos nesudaro uždaro kontūro, tačiau iš tikrųjų galima atsiriboti nuo matmenų ir paklaidų uždara grandinę sudarytu grafų pagalba ir tai vienintelis kelias naudojantis šiomis grandinėmis teisingai nustatyti matmenų paklaidas ar atlikti bet kokią matmeninę analizę. Paklaidų grafų sudarymą panagrinėsime pagal pavyzdį.



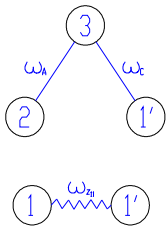
1.6.1 pav.

Apskritimais žymėsime detalių plokštumas ir koordinatinę ašį x , kadangi priimtoje koordinačių sistemoje plokštumos keičia savo padėtį pagal ašį x , atžvilgiu koordinacinės plokštumos yOz . Apskritimai sujungiami linijomis (rodyklėmis), kurios parodo plokštumos padėties paklaidą pagal ašį x , plokštumos padėties paklaidą, tai atstumas tarp dviejų ribinių plokštumos padėčių pagal ašį x . Pvz., paduodant strypą revolverinėse staklėse iki atramos, jis atšoka nuo jos įvairiais dydžiais, todėl vieną kartą padavus strypą, jo galinė plokštuma 4 užims padėtį 10, kitą kartą 11, tai ribinės padėties, visos kitos plokštumos 1 padėties bus tarp padėčių 10 ir 11. Atstumas tarp ribinių padėčių 10 ir 11 ir yra plokštumos 1 padėties paklaidą, kurią galima atvaizduoti grafiškai. Brėžiame du apskritimus iš kurių viršutinį žymime 1 (detalės plokštuma 1) ir vedame rodyklę iki antro apskritimo, kurį žymėsime x , jis parodo, kad plokštuma keičia savo padėtį pagal ašį x , rodyklė pažymima ε_1 , čia ε reiškia ruošinio tvirtinimo paklaidą. Apskritimuose plokštumos po pirmo apdirbimo žymima skaičiumi su vienu apostrofu, po antro apdirbimo su dviem apostrofais ir tt.



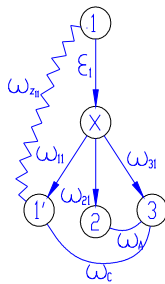
1.6.2 pav.

Toliau sudarome visą operacijoje gautų paklaidų grafą, iš apskritimo x vedamos rodyklės iki apskritimo 1', 2, 3. Raidė ω prie kiekvienos rodyklės reiškia atitinkamos plokštumos padėties paklaidą, pirmas indeksas prie ω parodo plokštumos numerį, antras – operacijos numerį. Gavome paklaidų grafą, kuris vadinamas “medžiu”. Kadangi nėra uždarų kontūrų, šio grafo visos paklaidos (rodyklės) yra technologinių paklaidų grandinių dedamieji nariai. Uždarantieji nariai yra detalės galutinių matmenų ir užlaidų paklaidos. Šias paklaidas taip pat galima atvaizduoti grafais



1.6.3 pav.

Detalės matmenų paklaidų grafos sudaromos tokiu būdu: matmuo A yra užduotas tarp 2 ir 3 plokštumos, o matmuo C tarp 3 ir 1' plokštumos, todėl brėžiame 3 apskritimus, 3, 2, 1' yra sujungiami linijomis ω_A ir ω_C . Šiame pavyzdyje yra tik viena užlaida tarp 1 ir 1' paviršių, todėl grafą sudarys du apskritimai sujungti linija ω_{Z11} indeksai prie Z reiškia tą patį ką ir prie ω . Dabar norint sudaryti paklaidų grandines reikia galutinių matmenų paklaidų ir užlaidos paklaidos grafos uždėti ant detalės plokštumų padėčių paklaidų grafų, gauname pilną paklaidų grafą. Paklaidų grandinę sudaro kelias grafe, kuri užduoda uždarantysis narys.



1.6.4 pav.

Pvz., uždarantysis narys matmens C paklaida ω_C jungia apskritimus 1' ir 3. Kelias tarp šių apskritimų lygus ω_{11} ir ω_{31} . Analogiškai surandame ir kitas matmenų grandines ω_A ir ω_{Z11} . Šios lygtys parodo, kurias dedamąsias reikia įvertinti, kad surastume uždarančiojo nario reikšmę, tačiau nereiškia, kad dedamosios tiesiog sumuojamos, jos yra atsitiktiniai dydžiai ir sumuojamos pagal tam tikras taisykles.

PLOKŠTUMŲ PADĖČIŲ PAKLAIDŲ GRANDINIŲ FORMAVIMAS

2.1 Įžanga

Skaičiuojant paklaidų grandines, kurios susidaro detalių mechaninių apdirbimo metu, patogų matmeninius ryšius išreikšti paklaidų grafiku. Šis metodas yra gana vaizdingas, tačiau turi trūkumą, kad grafus galima panaudoti tik rankinio skaičiavimo atveju. Kadangi paklaidų grandinių suradimas užima daug laiko, tikslinga šį procesą formalizuoti, t.y. grafą reikia pakeisti kita matmenine išraiška. Tam geriausiai tinka matricos. Pakeitus grafus matricomis, paklaidų grandinių sudarymui ir jų skaičiavimui galima panaudoti kompiuterius.

Bet kurią grafą galima pakeisti incidentine arba kontūrų matrica. Pirmu atveju matricos eilutės atitinka grafų viršūnes, o stulpeliai – briaunas. Kontūrų matricoje eilutes atitinka paklaidų grandinių uždaramieji nariai, o stulpelius – grafo briaunas. Kontūrų matrica, kurią pažymėsime B, keičiasi keičiantis incidentinei matricai, kurią pažymėsime A. Matrica B yra kaip matricos A funkcija:

$$B=W(A) \quad (2.1.2)$$

Paimame pavyzdį. Pirmame pav. parodytas ruošinio ir detalės eskizas (1a,b pav.), ruošinio apdirbimo schema (1 c pav.), ir paklaidų grafas (2 pav.). Pagal paklaidų grafą sudarome incidentinę ir kontūrų matricą (3 pav.) 2.1.1 ir 2.1.2 lentelės.

Pagal incidentinę matricą galima surasti paklaidų grandinių sudaromuosius narius, pagal kontūrų grafą surandamas bendras sudaromųjų skaičius visose paklaidų grandinėse. Incidentines ir kontūrų matricas galima iš karto sudaryti pagal detalės apdirbimo technologinį procesą. Tuo tikslu reikia surasti visus išėities duomenis ir juos pateikti geriausiai lentelės pavidalu. Šioje lentelėje (2.2.1 lent.) turi būti nurodyti tokie dydžiai: operacijų ir pakopų numeriai, baziniai paviršiai ir variantai, ruošinio ir apdirbami paviršiai kiekvienoje pakopoje. Trečios eilutės ir pirmo stulpelio susikirtimo vietoje rašomas nulis – tai ruošinio gavimo operacijos numeris. Eilutės, pradedant ketvirta, gali būti suskirstytos (padalintos) į dalis, atsižvelgiant į tai, kiek bus toje operacijoje pakopų. Lentelės (2.2.1 lent.) trečias ir ketvirtas stulpeliai taip pat skirstomi į dalis, atsižvelgiant į tai, kiek atitinkamai yra bazavimo variantų ir kiek ruošinys turi paviršių (imami tie paviršiai, kurių padėčių paklaidos yra nagrinėjamos).

2.2 Incidentinės matricos sudarymo algoritmas

Pirmiausia išsiaiškinkime, kaip užpildomas pirmas incidentinės matricos stulpelis. Tai padaroma tokiu būdu:

1. Matricos antros eilutės ir pirmo stulpelio susikirtimo vietoje visada rašomas x_0 .

2. Lentelės paskutinėje eilutėje pirmoje dalyje (jeigu eilutė suskirstyta į kelias dalis) ir pirmame stulpelyje surandamas skaičius. Tai paskutinės operacijos numeris, kurį pažymėsime s . Duotu atveju $s=4$.
3. Pirmame matricos stulpelyje, pradedant trečia eilute (po x_0) surašomi x_1, x_2, \dots, x_s .
4. Surandami ruošinio paviršiai. Paimame trečios eilutės (tą eilutę, kur pirmame stulpelyje yra 0) ketvirto stulpelio visas dalis iš eilės randami paviršių numeriai: y_1, y_2, \dots, y_t . Duotu atveju turime 1,2 ir 3. Šių paviršių seką pažymime a_0 .
5. Šie surasti paviršių numeriai surašomi matricos pirmo stulpelio eilutėse po x_s .
6. Toliau iš eilės imamos sekančios lentelės eilutės ir jų dalys, pradedant ketvirta eilute (pirma operacija) ir baigiant S eilute. Šių eilučių ir eilučių dalių bei ketvirto susikirtimo vietose surandami skaičiai. Duotu atveju 1.1 eilutės ir 4.1 susikirtime turime paviršių 1. Sekančios 1.2 eilutės ir 4.1 susikirtime turime paviršių 4 ir t.t. Tokiu būdu surandami surandami visi apdirbami paviršiai. Duotu atveju gauname tokius paviršių numerius: 1,4,2,3,2,1.

Kiekvienoje operacijoje apdirbamus paviršius pažymime raide a ir skaičiumi, nurodančiu operacijos numerį. Duotu atveju turime: $a_1=1,4$; $a_2=2,3$; $a_3=2$; $a_4=1$.

7. Apdirbami paviršiai žymimi skaičiais su apostrofais: po pirmo apdirbimo skaičius su vienu apostrofu, po dviejų apdirbimų – skaičius su dviem apostrofais ir t.t. Jeigu, apdirbant detalę, sudaromas naujas paviršius, kurio nebuvo ruošinyje, jis po pirmo apdirbimo žymimas skaičiumi be apostrofo. Toliau po pirmo apdirbimo – skaičiumi su vienu apostrofu ir t.t.

Apostrofų kiekis nustatomas tokiu būdu. Paimama paviršių, apdirbtų pirmoje operacijoje, numerių seka a_1 ir palyginama su ruošinio paviršių numeriais $a_0=1,2,3$. Jeigu yra numeriai, kurie kartojasi, tai jie žymimi su vienu apostrofu. Toliau imama sekančios operacijos paviršių numerių seka ir lyginama iš pradžių su a_1 seka ir toliau su a_0 seka. Prie tų paviršių numerių, kurie kartojasi, pridedamas vienas apostrofas. Kai tik numeris pasikartoja juroje nors sekoje, toliau paieška nutraukiama, t.y. jei numeris randamas sekoje a_1 sekančioje sekoje a_0 jis neieškomas. Ieškojimas tęsiamas iki paskutinės eilutės a_4 . Duotu atveju gauname tokius rezultatus. Lyginame $a_0=1,2,3$ su $a_1=1,4$. Kartojasi paviršius 1. Tuomet jį pažymime su vienu apostrofu ir gauname $A_1=1'$, 4. Skaičių sekos po paieškos žymimos didžiosiomis raidėmis. Toliau imame seką $a_2=2,3$ ir lyginame su $A_1=1',4$ ir $a_0=1,2,3$. Sekoje a_1 tokių paviršių nėra, o 2 ir 3 paviršiai yra sekoje a_0 . Tuomet skaičiai 2 ir 3 žymimi su vienu apostrofu: $A_2=2',3'$. Trečia operacija – $a_3=2$. Lyginame su A_2, A_1 ir a_0 . Paviršius 2 su vienu apostrofu yra sekoje A_2 . Kadangi sekoje A_2 paviršius 2 yra su vienu apostrofu, tai pridedame dar vieną apostrofą ir gauname: $A_3=2''$. Paimame paskutinę eilutę $a_4=1$. Lyginame iš eilės su A_3, A_2, A_1 ir a_0 . Sekoje A_3 paviršiaus 1 nėra. Paimame sekančią seką A_2 . Čia taip pat paviršiaus 1 taip pat nėra. Paviršių 1 su vienu apostrofu randame sekoje A_1 . Pažymime paviršių 1 su dviem apostrofais – $A_4=1''$.

8. Toliau visos paviršių numerių sekos iš eilės surašomos į matricos pirmo stulpelio sekančias eilutes po x_s . Duotu atveju surašoma: $a_0=1,2,3$; $A_1=1',4$; $A_2=2',3'$; $A_3=2''$; $A_4=1''$.

Dabar turime užpildytą pirmą incidentinės matricos stulpelį. Toliau reikia išnagrinėti matricos pirmos eilutės užpildymą. Šioje eilutėje surašomos paklaidų grafo briaunos. Tai

daroma tokiu būdu.

1. Incidentinės matricos stulpeliuose, pradedant antru, surašomos ruošinio paviršių padėčių paklaidos. Paklaidos žymimos w_{ij} . Pirmas indeksas parodo paviršiaus numerį, o antras – operacijos numerį. Ruošiniams $j=0$. Paviršių numeriai ir jų kiekis surandami iš sekos a_0 . Duotu atveju turime w_{10}, w_{20}, w_{30} . Šios paklaidos įrašomos į matricos pirmos eilutės antrą, trečią ir ketvirtą stulpelį.
2. Toliau į incidentinės matricos stulpelius surašomos tvirtinimo paklaidos ε_t . Indeksas t yra lygus operacijų numeriams, t.y. $t=1,2, \dots, a_S$. Duotu atveju $t=1,2,3,4$. Tokiu būdu į incidentinės matricos pirmos eilutės stulpelius po w_{30} surašomos tvirtinimo paklaidos $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_S$. Dydžiai $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_S$ surašomi į matricos stulpelius, pradedant stulpeliu $n=i_{\max}$ (maksimalus paklaidų w pirmo indekso skaičius). Duotu atveju turime $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4$.
3. Toliau incidentinės matricos stulpelius reikia užpildyti apdirbamų paviršių $w_{U_i V_j}$ paklaidomis. Paimame pirmą paviršių seką $a_1=1,4$, turime du paviršius 1 ir 4 ir atitinkamai yra dvi paviršių padėčių paklaidos $w_{U_1 V_1}$ ir $w_{U_2 V_2}$. Kaip žinome pirmas indeksas u_i yra lygus paviršių numeriams, t.y. $u_1 = 1$ ir $u_2 = 4$. Antras indeksas yra lygus operacijos numeriui. Šį numerį parodo skaičius prie a , t.y. $v_1 = v_2 = 1$. Tuomet gauname w_{11} ir w_{41} . Šiuos dydžius surašome į sekančius lentelės pirmos eilutės stulpelius, t.y. į 9 ir 10 stulpelį.
4. Toliau paimame sekančias sekas a_2, a_3, a_4 ir atliekame tas pačias operacijas, kaip ir punkte 3. Gauname tokias paklaidas: $w_{22}, w_{32}, w_{23}, w_{14}$ ir surašome į matricos sekančius stulpelius, t.y. į stulpelius 10, 11, 12, 13.
5. Dabar reikalinga užpildyti pačią matricą, t.y. surašyti 1 ir -1. Paimame matricos antrą eilutę (x_0) ir stulpelius, kurie parodo ruošinio paviršių padėties paklaidas, t.y. paimame tas paklaidas kur $j=0$. Šios paklaidos yra antrame, trečiame ir ketvirtame stulpeliuose. Vadinasi, antros eilutės ir nurodytų stulpelių susikirtimuose užrašome -1 , t.y. briaunos w_{10}, w_{20}, w_{30} išeina iš viršūnės x_0 . Dabar reikia surasti, į kuriuos paviršius (matricos eilutes) šios briaunos (paklaidos) ateina. Paimame pirmą paklaidą w_{10} . Kaip žinome indeksas i parodo paviršiaus numerį. Todėl w_{10} stulpelio ir eilutės, kur yra 1, susikirtime rašome 1. Paimame w_{20} stulpelį ir šio stulpelio ir eilutės (4), kur yra skaičius 2, susikirtime rašome 1. Tą patį padarome ir su paklaida w_{30} .
6. Surandame tuos matricos stulpelių $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots$ langelius, kur reikia įrašyti 1. Kaip žinome, briauna ε_1 ateina į viršūnę x_1 , briauna ε_2 – į viršūnę x_2 ir t.t. Vadinasi, stulpelių $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots$ ir atitinkamai eilučių x_1, x_2, \dots susikirtimų langeliuose įrašome 1.
7. Užpildome kitus incidentinės matricos langelius. Paimame paklaidas $w_{U_i V_j}$ (briaunas), kurios susidaro apdirbimo metu. Antras paklaidas w indeksas v_i parodo operacijos numerį. Tuomet, stulpelių w ir eilučių x , kur $v = k$, susikirtimų vietose rašome -1. Tuomet, stulpelio w_{11} ir eilutės x_1 susikirtimo vietoje rašome -

1. Paimame dar vieną paklaidą – w_{32} . Antras paklaidos indeksas yra lygus 2. Vadinasi, stulpelio w_{32} ir eilutės x_2 susikirtimo vietoje rašome -1.
8. Liko užpildyti tuos matricos stulpelių langelius vienetais, kur stulpeliai yra paklaidos w_{uv} , gautos apdirbant detalių paviršius. Paimame paviršių seką, kurie apdirbami pirmoje operacijoje - $A_1=1^{\prime},4$. Tuomet surandame tas paklaidas w_{uv} , kur $v = 1, u_1=1, u_2 = 4$. Turime dvi paklaidas – w_{11} ir w_{41} . Stulpelio, kur yra paklaida w_{11} ir eilutės kuri pažymėta 1^{\prime} ($A_1=1^{\prime},4$) susikirtimo vietoje rašome 1. Čia svarbu, kad atitiktų paviršių numeriai, pavyzdžiui, 1 ir 1^{\prime} .

Paimame kitą pavyzdį w_{23} . Paklaida susiformuoja trečioje operacijoje ($v = 3$)

Paimame $A_3=2^{\prime}$. Matome, kad trečioje operacijoje suformuojamas tik vienas paviršius 2^{\prime} . Mūsų priimtoje paklaidoje w_{23} pirmo indekso numeris 2 atitinka apdirbto paviršiaus skaičių 2 (nepaisant apostrofo). Tuomet stulpelio w_{23} ir eilutės 2^{\prime} susikirtimo vietoje rašome 1. Tokiu būdu surandame visus langelius, kur reikia įrašyti 1. Gauname incidentinę matricą (2.3.2 pav.), kurioje yra tie patys sudaromieji elementai, kaip ir matricoje (2 pav.), tiksliai skirtingas jų išsidėstymas.

2.3 Konturų matricos sudarymas

Išnagrinėsime, kaip sudaroma matrica B pagal lentelę 2.2.1, kuri sudaryta pagal detalės apdirbimo technologinį procesą.

2.2.1 lentelė. Išėities duomenų lentelė incidentinės matricos sudarymui.

Konturų matricoje stulpeliai atitinka grafo briaunas, o eilutės – uždaromuosius paklaidų grandinių narius. Todėl incidentinės matricos A stulpelių pavadinimus tiesiog perkeliame į konturų matricą, B. Dėl to tik reikalinga surasti algoritmą, kurio pagalba surandami eilučių pavadinimai. Pradedant pirma matricos B eilute surašomos detalės galutinių matmenų paklaidos ω_A, ω_B ir t.t. Uždaromųjų narių indeksus galima žymėti kaip galutinius matmenis, pavyzdžiui ω_{50}, ω_{30} ir t.t. Kadangi mūsų pavyzdyje galutiniai matmenys pažymėti raidėmis A, B ir C, tai pirmas tris matricos eilutes pirmame stulpelyje pažymėsime $\omega_A, \omega_B, \omega_C$.

Toliau sekančias matricos B eilutes reikia užpildyti užlaidų paklaidomis. Tuo tikslu panaudojame apdirbtų paviršių sekas kiekvienoje operacijoje A_1, A_2 ir t.t. Iš pradžių paimame ruošinio paviršių seką a_0 . Joje paimame pirmą iš eilės paviršiaus numerį, pavyzdžiui, k. Toliau paimame pirmos operacijos paviršių seką A_1 ir žiūrime, ar apdirbtų paviršių sekoje yra paviršius k. Jeigu šioje sekoje yra paviršius (šis paviršius bus būtinai su vienu apostrofu), tai užrašome užlaidos paklaidą. Prie užlaidos paklaidos

1	2	3			4		
Operacijų numeriai	Pakopų numeriai	Baziniai paviršiai ir jų variantai			Ruošinio ir apdirbimo paviršiai		
		3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
0					1	2	3
1	1.1	2	3		1		
	1.2				4		
2	2.1	1	4		2		
	2.2				3		
3	3.1	1	4		2		
4	4.1	2	3		1		

žymėjimo skliausteliuose pažymime paviršius, tarp kurių yra nurodyta užlaida. Gauname, pavyzdžiui,

$\omega_{Zk1} (1, 1')$ (antras indeksas reiškia operacijos numerį). Toliai imame antroje operacijoje apdirbtų paviršių seką ir vėl žiūrime, ar yra paviršius k . Jeigu randamas paviršius k (jis jau bus su dviem apostrofais, kadangi bus apdirbtas antrą kartą) tai vėl užrašoma užlaidos paklaida $\omega_{Zk2} (1', 1'')$.

Jeigu kurioje nors sekoje paviršiaus k nėra, imama sekančios operacijos seka. Ir taip nagrinėjimas vyksta iki paskutinės operacijos. Pabaigus paviršiaus k paiešką, toliau sekoje a_0 imamas sekantis paviršius ir atliekamos tos pačios operacijos. Pabaigus nagrinėti visą a_0 seką, toliau paiešką tęsiame nuo pirmoje operacijoje apdirbtų paviršių sekos A_1 ir taip iki paskutinės operacijos. Peržiūrėti atskiras operacijų sekas reikalinga todėl, kad kai kurie paviršiai gali būti suformuoti ne ruošinyje, o vėliau detalės mechaninio apdirbimo operacijose.

Išnagrinėjame mūsų pavyzdį. Paimame $A_1 = 1', 4$. Gauname paklaidą $\omega_{Z11} (1, 1')$. Toliau paimame antrą operaciją - $A_2 = 2', 3'$. Šioje sekoje paviršiaus 1 nėra. Imame trečią operaciją $A_3 = 2''$. Šioje sekoje paviršiaus 1 taip pat nėra. Paimame paskutinę ketvirtąją operaciją - $A_4 = 1''$. Matome, kad čia paviršius 1 yra su dviem apostrofais. Vadinas, turime užlaidos paklaidą $\omega_{Z14} (1', 1'')$. Tuo pirmo paviršiaus užlaidų paieška baigiasi. Toliau paimame sekantį paviršių iš sekos a_0 ir vėl tęsiame tas pačias paieškos operacijas.

Mūsų atveju gauname: $\omega_{Z11} (1, 1')$, $\omega_{Z14} (1', 1'')$, $\omega_{Z22} (2, 2')$, $\omega_{Z23} (2, 2'')$, $\omega_{Z32} (3, 3')$. Šiuos dydžius surašome į matricos B pirmo stulpelio sekančias eilutes po ω_C .

Dabar reikia užpildyti vienetais tam tikrus matricos B langelius. Tuo tikslu reikia užpildyti dar vieną išėities duomenų lentelę, kur būtų nurodyti galutiniai matmenys ir paviršiai, tarp kurių nurodytas matmuo. Šie duomenys gaunami iš detalės darbo brėžinio su sužymėtais paviršių numeriais. Mūsų pavyzdyje gauname tokią lentelę (1.6 lentelė). Lentelės paskutiniai du stulpeliai užpildomi, remiantis paviršių sekomis po kiekvienos operacijos. Reikia pradėti nuo paskutinės operacijos ir surasti visus paviršius su didžiausiu apostrofų skaičiumi. Dabar galima pereiti prie matricos B užpildymo. Paimame 2.3.1 lentelėje pirmą matmenį A ir matome, kad jis nurodytas tarp paviršių $1''$ ir $3''$. Toliau pasinaudojame matrica A . Surandame eilutę pirmame stulpelyje, kur yra elementas $1''$ ir einame šia eilute, kol surandamas laukelis su 1. Šis vienetas yra stulpelyje ω_{14} , kurį pažymime $B_1 = \omega_{14}$. Toliau stulpelyje ω_{14} ieškome langelio su -1. Šia eilute vėl einame horizontaliai, kol surandame laukelį su 1. Pasižymime taip pat ir šį stulpelį $B_1 = \omega_{14}, \varepsilon_4$. Paiešką tesiname tol, kol ateiname iki pirmos matricos A eilutės. Gauname tokią seką: $B_1 = \omega_{14}, \varepsilon_4, \omega_{11}$.

2.3.1 lentelė. Galutiniai detalės matmenys ir juos jungiantys paviršiai

Nr.	Matmenys	Paviršiai, kuriuos jungia matmenys detalės darbo brėžinyje		Paviršių numeriai su apostrofais	
		I paviršius	II paviršius	I paviršius	II paviršius
1.	A	1	3	1''	3'
2.	B	2	3	2'	3'
3.	C	1	4	1''	4

Toliau paimame sekantį paviršių, kurių jungia matmuo A. tai yra paviršius 3'. Paisnaudojant matrica A taip surandami visi reikalingi elementai, ties kuriais matricoje B surašomi vienetai. Atlikus paiešką matricoje A nuo elemento 3' iki pirmos eilutės gauname tokią elementų seką: $B_1 = \omega_{32}, \varepsilon_2, \omega_{30}$. Dabar abiejose sekose surandami tie patys elementai ir išbraukiami. Šiame pavyzdyje nėra pasikartojančių elementų. Todė gauname tokią bendrą elementų seką: $B_3 = \omega_{14}, \varepsilon_4, \omega_{11}, \omega_{10}, \omega_{32}, \varepsilon_2, \omega_{30}$. Dabar paimame pirmą matricos B eilutę (ω_A) ir susikirtimuose su stulpeliais, kurie nurodyti sekoje B_3 , surašome vienetus.

Toliau imama sekanti matricos B eilutė pirmame stulpelyje, 1.6 lentelės pagalba nustatomas paviršių apostrofų kiekis ir atliekama paieška matricoje A. Tokiu būdu užpildoma visa matrica B.

Matrica B galima pasinaudoti sprendžiant optimalumo uždavinius. Keičiant operacijose bazavimo paviršius, keičiasi dedamųjų narių kiekis paklaidų grandinėse ir bendras dedamųjų narių kiekis. Reikalinga parinkti tokius bazavimo variantus, kur bendras dedamųjų narių kiekis būtų mažiausias.

Norint surasti bendrą dedamųjų narių kiekį pirmiausia sudedami matricos stulpeliai ir gaunama matrica – stulpelis, pavyzdžiui:

$$C = [X_1] + [X_2] + \dots + [X_4]$$

Dabar surandame šios matricos elementų sumą:

$$\sum_{j=1}^m a_j = a_1 + a_2 + \dots + a_m$$

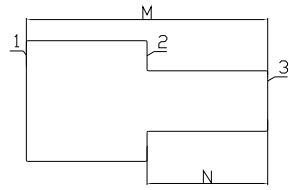
Paėmus mūsų pavyzdžio matricą B, gauname:

$$C = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 0 \\ 1 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 0 \\ 1 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 0 \\ 1 \end{vmatrix} + \dots + \begin{vmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \\ 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 6 \\ 4 \\ 6 \\ 4 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 4 \\ 6 \end{vmatrix}$$

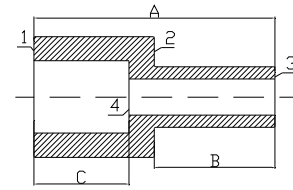
2.3.3 lentelė Kontūrų matrica

Briaunos Viršūnės	ω_{10}	ω_{20}	ω_{30}	ε_1	ε_2	ε_3	ε_4	ω_{11}	ω_{41}	ω_{22}	ω_{32}	ω_{23}	ω_{14}
ω_A					1	1	1				1	1	1
ω_B										1	1		
ω_C						1	1	1	1			1	1
ω_{Z11}				1				1					
ω_{Z14}	1	1		1		1	1	1				1	1
ω_{Z22}				1	1			1		1			
ω_{Z23}					1	1				1		1	
ω_{Z32}		1	1	1	1			1			1		

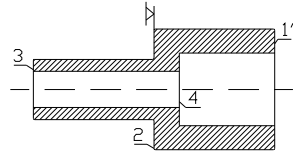
a)



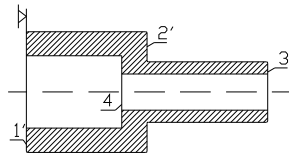
b)



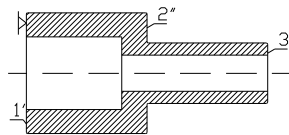
c) 1. Tekinimas



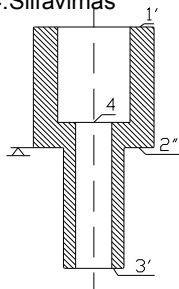
2. Tekinimas



3. Slifavimas



4. Slifavimas



1pav. Ruosinio (a), detales (b) eskizai, ruoðinio apdirbimo schema (c).

IŠVADOS

1. Apdirbant detales metalo pjovimo staklėmis atsiranda įvairios plokštumų padėčių paklaidos.

2. Siekiant surasti visus ryšius tarp plokštumų padėčių paklaidų buvo sudaryti plokštumų pasisukimo apie koordinačių ašis grafai. Remiantis sudarytais grafais išsiaiškinta, kurios plokštumų padėčių paklaidos turi įtakos į uždarančiųjų narių paklaidas.

3. Detalės atskirų plokštumų padėčių ir užlaidų paklaidų tam tikras poras grandinėse pakeitus plokštumų tarpusavio padėties paklaidomis gaunamas tikras vaizdas apie matmeninius ryšius.

REZIUME

Obrikas E., Technologinių plokštumų padėčių paklaidų grandinės: Mechanikos inžinerijos magistro tezės / vadovas doc. J.Rimkus; Šiaulių universitetas, Mechanikos technologijos katedra. - Šiauliai, 2005. - 32 p.

Tiriamąjį darbą "Technologinių plokštumų padėčių paklaidų grandinės" sudaro 32p., 2 iliustracijos, bibliografiniai šaltiniai.

Tyrimo objektas - detalės plokštumų padėčių paklaidos.

Tyrimo tikslas - plokštumų padėčių paklaidų grandinių, susiformuojančių technologinio proceso metu, sudarym formalizavimas.

Darbe pateiktos korpusinės detalės plokštumų paklaidų grandinės susidarančios apdirbimo metu. Plokštumų padėčių paklaidų grandinės pirmą kartą sudarytos grafų pagalba, t.y. sudaryti trys detalės plokštumų pasisukimo atitinkamai pagal ašis OX, OY ir OZ paklaidų ir užlaidų grafai. Kadangi apdirbant detales metalo pjovimo staklėmis paprastai beveik kiekvienoje operacijoje galimi keli detalių bazavimo variantai, darbe išnagrinėta kaip keičiasi detalės plokštumų padėčių paklaidų ir užlaidų dydis keičiantis bazavimo variantui. Detalės plokštumų padėčių ir užlaidų paklaidų tam tikras poras pakeitus plokštumų tarpusavio padėties paklaidomis gautas tikras vaizdas apie matmeninius ryšius.

SUMMARY

Obrikas E., Technological Surface Location Error Chains: Mechanical Engineering Master's Theses/ Leader ass.prof J.Rimkus; Siauliai University, Chair of Mechanical Technology. - Siauliai, 2005 -34 p.

The investigation work "Technological Surface Location Error Chains" consists of .34.p.,2 figures, references.

Subject of investigation is surface location errors of the parts.

Aim of the investigation is making of surface location error chains, forming during the technological process.

Framed part surface error chains, occurring during treatment, are presented in the work. For the first time the surface location error chains are made with the help of graphs, i.e. three graphs of errors and allowances of a part surface turn, in relation

with the axes OX, OY and OZ are made. Since in part processing with the metal cutting bench, almost any operation includes several part basing options, in the work I analysed the changes of part surface position error and allowance size at different

basing choices. Having replaced some pairs of part surface position and allowance errors with the cross-positional errors of the parts, actual image of the dimensional relationship may be seen.

LITERATŪRA