

2. MECHANINIO APDIRBIMO ĮRENGINIAI

2.1. Įrenginiai tekinimui

2.1.1. Tekinimo staklės

Tekinimo grupės staklės plačiausiai naudojamos gamybinėse įmonėse. Dažnai tekinimo staklės sudaro apie 25...50 % visų gamykloje esančių staklių. Tekinimo staklėmis apdirbamos sukimosi kūnų formos detalės. Jomis galima apdirbti tiek išorinius, vidinius, tiek ir galinius detalių paviršius. Šie paviršiai gali būti pačių įvairiausių formų: cilindriniai, kūginiai, fasoniniai, sraigtiniai.

Tekinimo staklių technologinės galimybės priklauso nuo jų konstrukcijos, komplektacijos, tikslumo klasės, galios ir programinio valdymo sistemos. Šiuolaikinės staklės būna įvairių konstrukcijų, jų kreipiamosios gali būti pasvirusios arba vertikalios, jos gali turėti revolverines galvutes arba keičiamų įrankių blokų mazgus, leidžiančius keisti peilius pagal programą. Kai kurios SPV staklės turi papildomus skersinio tekinimo ir frezavimo įrenginius. Jomis apdirbama panašiai kaip revolverinėmis staklėmis.

Į tekinimo staklių grupę įeina šios pagrindinių tipų staklės: paprastosios tekinimo, universaliosios tekinimo-sriegimo, programinio valdymo tekinimo staklės, revolverinės, daugiapeilės, karuselinės, galinio tekinimo, tekinimo automatai ir pusautomačiai bei įvairios specializuotos tekinimo staklės. Tekinimo staklėse naudojami įvairių tipų tekinimo ir ištekinimo peiliai, grąžtai, gilintuvai, plėstuvai, sriegimo peiliai, sriegikliai, sriegppjovės ir kiti įrankiai. Kiekvieno tipo staklės gali būti įvairių dydžių, priklausomai nuo apdirbamųjų detalių matmenų ir kitų parametrų, pavyzdžiui, tekinamų detalių skersmens ir ilgio, suklių skaičiaus.

Paprastosios tekinimo staklės, tai supaprastintos konstrukcijos universaliosios tekinimo staklės. Nuo pastarųjų skiriasi tuo, kad neturi pavaros sraigto. Tokiomis staklėmis negalima formuoti srieginių paviršių naudojant specialius sriegimo peilius.

Universaliosiomis tekinimo staklėmis gali būti atliekami visi anksčiau minėti tekinimo darbai, tame tarpe ir sriegimo, panaudojant sriegimo peilį. Todėl jos dar yra vadinamos tekinimo – sriegimo staklėmis (2.1 pav.).



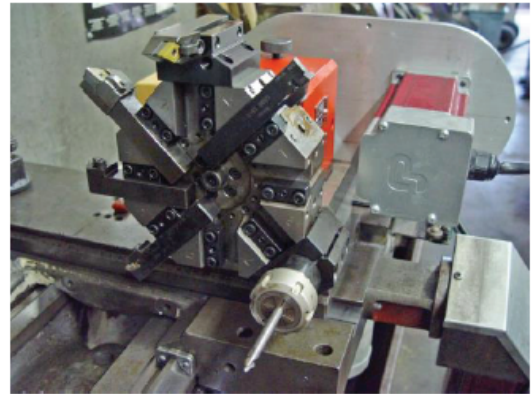
2.1 pav. Universaliosios tekinimo staklės OPTiturn TU 2304 (Optimum Maschinen Germany GmbH)



2.2 pav. Programinio valdymo tekinimo staklės OPTIturn L44 (Optimum Maschinen Germany GmbH)

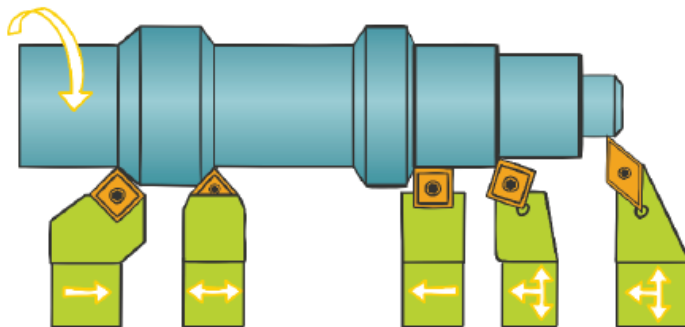
šiurkštumas. Apdirbus sudėtingus paviršius, gaunamas $R_z=20 \mu\text{m}$ paviršiaus šiurkštumas. Įsriegto sriegio tikslumas būna 4h...6g. Priklausomai nuo staklių galimybių, kai kuriais atvejais galima pasiekti ir didesnę tikslumą.

Revolverinės tekinimo staklės (2.3 pav.) skirtos trumpoms detalėms gaminti, dažniausiai iš strypinės medžiagos. Jų konstrukcija iš esmės skiriasi nuo universaliųjų tekinimo staklių tuo, kad galinės atramos (arkliuko) vietoje yra suportas su revolverine galvute, kurios lizduose detalės apdirbimo technologine tvarka gali būti tvirtinami tekinimo peiliai, grąžtai, gilintuvai, sriegikliai ir kt.



2.3 pav. Revolverinių tekinimo staklių galvutė (PracticalMachinist.com)

Daugiapeilėse tekinimo staklėse, turinčiose daugiapeilius laikiklius ir keletą peilių, detalė yra apdirbama vienu praėjimu. Bendras visų peilių pjovimo gylis neturi viršyti 30-40 mm (2.4 pav.).



2.4 pav. Detalės apdirbimas daugiapeilėmis tekinimo staklėmis

Karuselinėmis tekinimo staklėmis apdirbami sunkūs dideli ruošiniai, dažniausiai mašinų korpusai, turbinų statoriai ir rotorai, smagračiai, skriemuliai ir kitos panašios detalės (2.5 pav.). Karuselinių tekinimo staklių ypatumas tas, kad jose yra apvalus horizontalus stalas. Karuselinės tekinimo staklės yra vertikalios. Jose ruošinys įtvirtinamas ant besisukančio apie vertikaliąją ašį tekinimo stalo, o pjovimo įrankiai – vertikaliuose ir šoniniame suporuose.



2.5 pav. CK5250 karuselinės tekinimo ir ištekinimo staklės (Zhengzhou Wonlon Machinery)

Galinio tekinimo (planavimo) staklės skirtos didelio skersmens (iki 6000 mm) palyginti trumpoms detalėms apdirbti, pvz., smagračiams, turbinų diskams ir

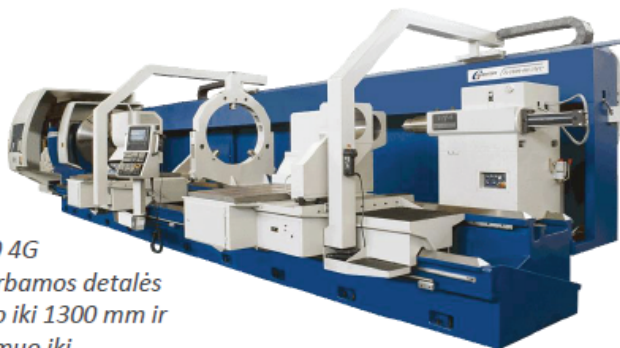


2.6 pav. CK64160 galinio tekinimo staklės (KAIDA)

kitoms panašioms detalėms (2.6 pav.). Šios staklės nuo universaliųjų tekinimo staklių skiriasi tuo, kad turi trumpą stovą ir dažniausiai neturi arkliuko. Jomis paprastai atliekami galinių paviršių tekinimo (planavimo) darbai.

Specializuotomis tekinimo staklėmis atliekami labai siauro profilio darbai: aptekunami vamzdžių galai, vagonų aširačiai, stabdžių būgnai ir diskai, atliekami įkūprinimo darbai (2.7

pav.). Šio tipo staklės būna pačių įvairiausių dydžių, nuo pačių mažiausių, naudojamų laikrodžių ir prietaisų pramonėje, ir baigiant sunkiąja pramone, kuriomis galima apdirbti 1600 mm skersmens ir 16000 mm ilgio, o kai kada ir ilgesnes detales.



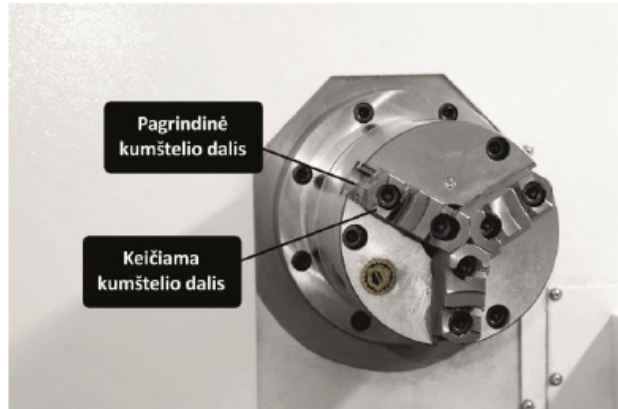
2.7 pav. Keturių kreipiančiųjų A-1600 4G specializuotos tekinimo staklės (apdirbamos detalės ilgis gali būti iki 15000 mm, skersmuo iki 1300 mm ir masė 15 t, o ištekinimos skylės skersmuo iki 550 mm) (Gurutpe)

Stambiaserijinėje ir masinėje gamyboje naudojami įvairūs tekinimo automatai ir pusautomačiai. Jie gali būti įvairių konstrukcijų: vienasukliai ir daugiasukliai tekinimo automatai bei pusautomačiai, revolveriniai tekinimo automatai, fasoninio tekinimo – atpjovimo automatai, fasoniniai išilginio tekinimo automatai ir kt.

2.1.2. Tekinamų detalių pastatymas ir tvirtinimas

Ruošiniai tekinant gali būti tvirtinami griebtuvuose, centruose, tekinimo spraudikliais ir ant tekinimo skydo. Tekinimo staklėse ruošinių tvirtinimui dažniausiai naudojami savaiminio centravimo trijų kumštelių griebtuvai (2.8 pav.).

2.8 pav. Trijų kumštelių griebtuvas



Įprastai trijų kumštelių griebtuvuose tvirtinami ruošiniai, kurių ilgio ir skersmens santykis $l/d < 4$. Kai tekinami ilgesni ruošiniai, jie gali būti paremiami arkliuko centrų iltimis. Keturių kumštelių griebtuvai naudojami taisyklingos formos cilindrinį keturių, aštuonių briaunų ruošinių tvirtinimui. Sudėtingos formos ruošiniams tvirtinti kartais naudojami dviejų, šešių, aštuonių kumštelių griebtuvai. Tekinimo staklių griebtuvų suspaudimo jėga turi būti tokio dydžio, kad nedeformuotų detalės (pvz. apdirbant plonasienes detales) ir kad galėtų perduoti reikalingą sukimo momentą nugalint pjovimo jėgos reakciją.

PRAKTINIAI PATARIMAI:

apdirbant tikslias detales, griebtuvo kumšteliai turi būti pritaikyti pagal apdirbamosios detalės skersmenį.

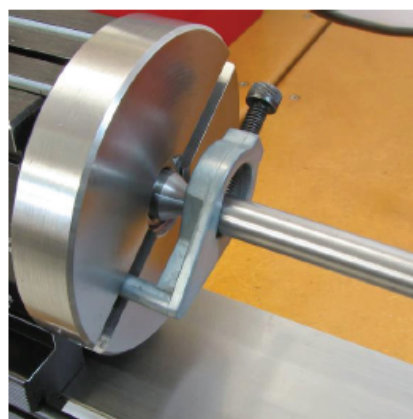
SPV tekinimo staklėse gali būti naudojami hidrauliniai arba pneumatiniai griebtuvai. Tokie griebtuvai gali būti valdomi ir programos kodais, o taip pat šalia staklių esančiu pedalų. Pedalų griebtuvus valdyti patogiu, kai operatorius keičia arba apsuka ruošinius rankomis.

Dažnų SPV tekinimo staklių operatoriaus pulte yra jungiklis, kurį nustačius į reikiamą poziciją, nepriklausomai nuo to, koku paviršiumi – vidiniu ar išoriniu – bazuojamas apdirbamas ruošinys, užrašas ekrane informuos apie griebtuvo uždarymą (Close Chuck) ir reikš ruošinio užspaudimą, o apie griebtuvo atidarymą (Open Chuck) – ruošinio atlaisvinimą.

Griebtuvo valdymas programos kodais yra patogus tais atvejais, kai staklėse naudojamas strypų, vamzdžių tiekimo įrenginys. Šiuo atveju, ruošinys apdirbtas iš vieno galo, atpjaunamas nupjovimo peiliu, ir toliau apdirbamas kitas ruošinys, tiekimo įrenginiui pastūmus strypą nustatytu atstumu. Čia valdymo programos kodais valdomas ne tik strypo tiekimas, bet ir griebtuvo uždarymas bei atidarymas.

Programiškai taip pat valdomos SPV tekimo staklės su pagalbinio griebtuvu. Šiuo atveju operatoriui užtenka tik užspausti ruošinį pagrindiniame griebtuve ir paleisti programą. Toliau jam nereikia apsukti ruošinio. Staklių darbo ciklas būtų toks: ruošinio apdirbimas iš vieno galo – pagalbinio griebtuvo atsidarymas – priartėjimas prie ruošinio – sukimosi judesio sinchronizavimas su pagrindiniu griebtuvu ir uždarymas – detalės atpjovimas – pagalbinio griebtuvo atitraukimas – ruošinio apdirbimas iš kito galo – programos sustabdymas. Pagalbinis griebtuvas staklėse gali atlikti ir strypo tiekimo įrenginio funkcijas. Šiuo atveju staklių darbas yra pilnai automatizuotas, operatoriui net nereikia keisti ruošinių.

SPV staklėse griebtuvo žiaunų suspaudimo jėga reguliuojama keičiant tepalo arba oro slėgį specialiu reguliatoriumi. Dažniausiai suspaudimo jėga nustatoma vieną kartą ir nekeičiama. Tačiau kartais reikia pakeisti griebtuvo kumštelį suspaudimo jėgą, pvz., apdirbant plonasienes detales, kad per didelė suspaudimo jėga nedeformuotų detales.



Analogiškai, kaip ir universaliosios tekimo staklės, programinės staklės gali taip pat turėti galinę atramą, kurios centrų iltimis gali būti paremiami ilgi ruošiniai, tačiau ne visada. Tokiu atveju galinės atramos funkciją atlieka pagalbinis griebtuvas.

2.9 pav. Pavalkėlinis griebtuvas ir pavalkėlis
(Tooling Around)

Jeigu apdirbamojo ruošinio ilgio ir skersmens santykis $l/d = 4-10$, ruošinys dažniausiai tvirtinamas tarp centrų, o sukimo momentui

perduoti nuo suklio ruošiniui naudojamas pavalkėlinis griebtuvas ir pavalkėlis (2.9 pav.). Tam tikslui veleno galuose centravimo grąžtu išgręžiamos centravimo duobutės. Įcentruotas ruošinys įtvirtinamas tarp priekinio ir užpakalinio centrų.

Tekinant liaunus ruošinius, kai $l/d > 10...12$, dėl pjovimo jėgų poveikio atsiradusioms deformacijoms sumažinti,

2.10 pav. Nejudamasis liunetas
(PracticalMachinist.com)



naudojamos papildomos ruošinio atramos – liunetai (2.10 pav.). Taip pat jie naudojami ilgiems velenams paremti tekinant ilgų ruošinių galus, gręžiant ar ištekinant juose skyles. Judamas (atviras) liunetas pritvirtinamas prie staklių išilginio suporto, o nejudamas (uždaras) prie stovo.



2.11 pav. Tekinimo skydas
(The Metalworkers Workshop)

Žiedų, įvorių ruošiniams, turintiems ašinę skylę, tvirtinti tekinant išorinį skersmenį, naudojami įvairių konstrukcijų spraudikliai. Spraudikliai dažniausiai yra gaminami šiek tiek kūginiai (kūgiškumas $K = 1/200 - 1/400$). Kad užmauti detalę ant spraudiklio, yra naudojami pneumatiniai presai, esantys šalia staklių. Taip pat gali būti naudojami spyruokliuojantys spraudikliai su išskečiamais tampriaisiais elementais (išskečiamieji spraudikliai).

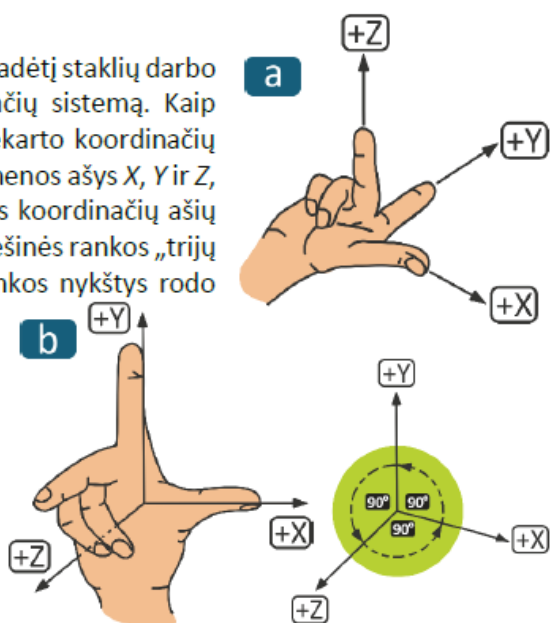
Dideli netaisyklingos formos ruošiniai gali būti tvirtinami naudojant tekinimo skydą (2.11 pav.). Tekinimo skydas yra tvirtinamas griebtuvu ar ant suklio flanšo ir sukasi kartu su juo. Detalės

nustatymo tikslumas priklauso nuo matavimo priemonių tikslumo. Dažniausiai taip bazuojama ištekinant vidinius detalės paviršius. Tekinimo skydais negalima dirbti dideliais sukimosi dažniais dėl inercinių jėgų poveikio sukimosi metu.

2.1.3. SPV tekinimo staklių ir detalės koordinačių sistemos bei įrankio matmenų nustatymas

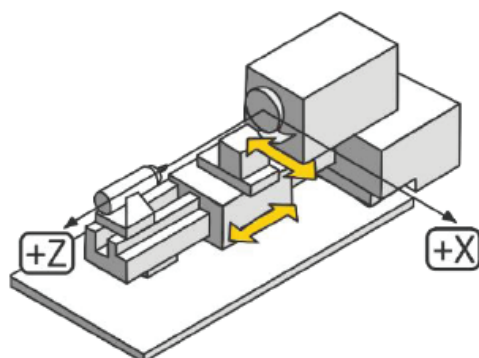
Staklių koordinačių sistema

Tam, kad apibrėžti charakteringų taškų padėtį staklių darbo zonos erdvėje, reikia parinkti koordinačių sistemą. Kaip taisyklė, naudojama trimatė erdvinė Dekarto koordinačių sistema. Ją sudaro trys tarpusavyje statmenos ašys X, Y ir Z, susikertančios viename taške. Teigiamos koordinačių ašių kryptys yra nustatomos taip vadinama dešinės rankos „trijų pirštų taisykle“. Pagal ją dešinės rankos nykštys rodo teigiamąjį absčių (X) ašies kryptį, smilius – teigiamąjį ordinačių (Y) ašies kryptį, o vidurinis pirštas – aplinkačių (Z) ašies kryptį (2.12 pav., a). Koordinačių



2.12 pav. Ašių kryptų nustatymas erdvėje:
a) pagal dešinės rankos taisyklę linijinių ašių kryptims nustatyti, b) pasukta koordinačių sistema (tekinimo atveju)

sistemos orientavimas yra individualus ir priklauso nuo staklių tipo. Koordinačių sistema gali būti pasukta bet kuria kryptimi (2.12 pav., b).



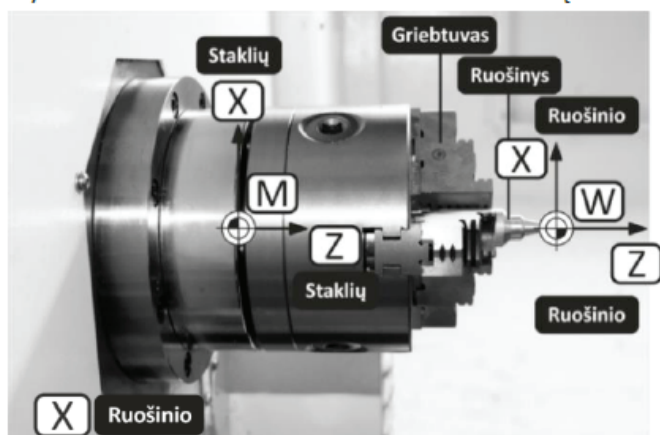
2.13 pav. Koordinačių sistemos nustatymas tekimo staklėms

Koordinačių sistema yra susieta su ruošiniu ir programavimas nepriklauso nuo įrankio ar ruošinio judesio krypties. Programuojant visada daroma prielaida, kad įrankis juda ruošinio koordinačių sistemos atžvilgiu. Taip užtikrinamas vienodas programavimas ir tuomet, kai vietoj įrankio juda ruošinys.

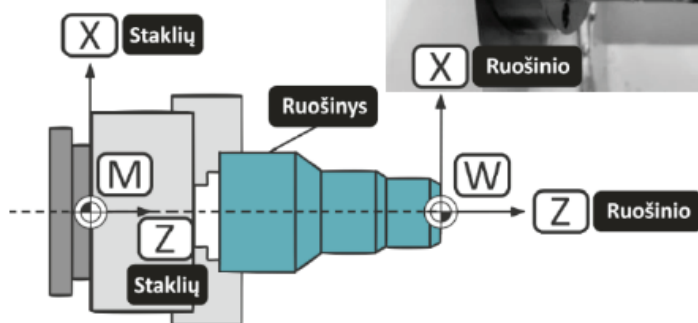
2.13 paveiksle parodytas pavyzdys, kaip nustatoma tekimo staklių koordinačių sistema.

Staklių nulinis taškas M yra bendras staklių koordinačių nulinis taškas (2.14 pav.).

Staklių koordinačių nulinį tašką M nustato staklių gamintojas ir jis negali būti keičiamas. 2.14 paveiksle raide W yra parodytas ruošinio nulinis taškas. Jis sukimosi kūnų formos detalėms dažniausiai parenkamas kaip ruošinio ašies ir galinės plokštumos susikirtimo taškas.



2.14 pav. Tekimo staklių nulinis M ir ruošinio atskaitos W taškai



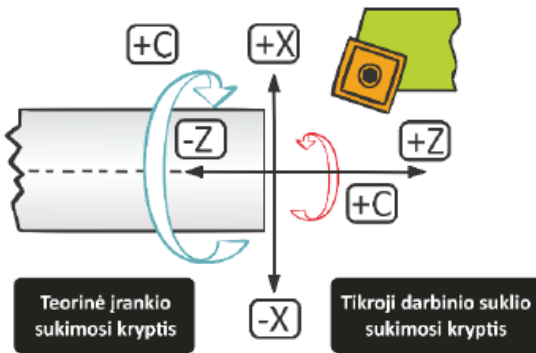
Ašių ženklas nustatomas taip, kad peilis jį perstumiant teigiama ašies kryptimi judėtų nuo apdirbamojo ruošinio. Todėl, priklausomai nuo peilio padėties ruošinio atžvilgiu, koordinačių sistemos yra skirtingos (2.15 pav.).

Detalės koordinačių sistema

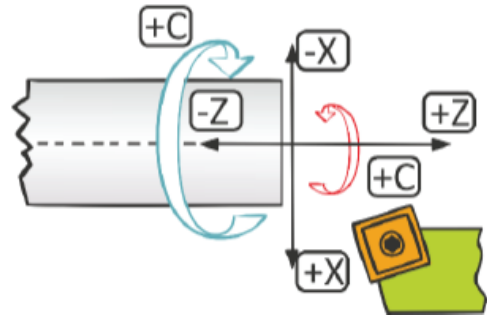
Tam, kad apdirbimo programoje aprašyti ruošinio geometriją, taip pat yra naudojama dešinėsios rankos taisyklė linijinių ašių kryptims bei sukimosi ašių kryptims nustatyti.

Pagal ją dešinėsios rankos nykštį nustačius teigiamąją tam tikros ašies kryptimi, kiti keturi sulenkti pirštai parodys teigiamąją sukimosi kryptį (2.16 pav.).

ĮRANKIS UŽ SUKIMOSI CENTRO

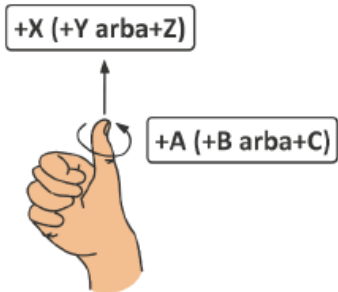


ĮRANKIS PRIEŠ SUKIMOSI CENTRĄ



2.15 pav. Tekinimo staklių koordinatinių ašių žymėjimas ir judesio krypčių ženklo nustatymas

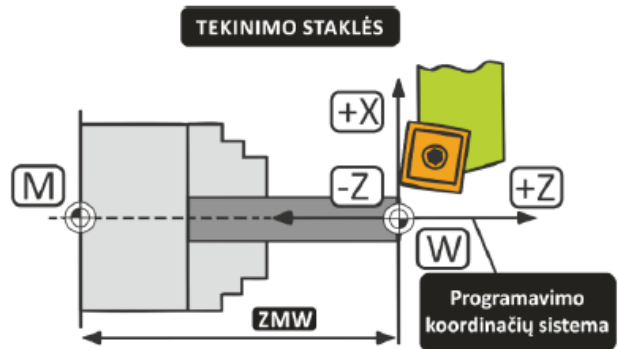
Ruošinio nulinis taškas W ašyje Z gali būti laisvai pasirenkamas programuotojo, nes naudoti staklių nulinį tašką programuojant ruošinio geometriją yra nepatogu (2.17 pav.). X ašyje ruošinio nulinis taškas yra ties tekinamo ruošinio centru.



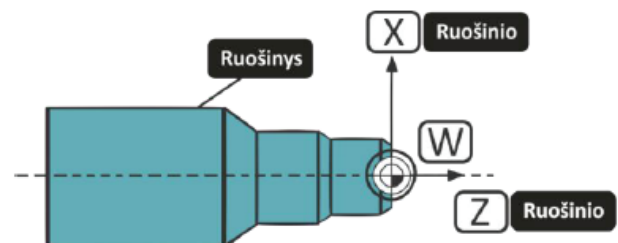
2.16 pav. Dešinėsios rankos taisyklė sukimosi ašių kryptims nustatyti

Programose apdirbamojo ruošinio skersmuo įvedamas kaip X koordinatė. Teigiama X ašis rodo įrankio judėjimo kryptį. Ašių ženklas nustatomas taip, kad įrankiui judant nuo ruošinio, laikoma, kad jis juda teigiama ašies kryptimi.

Pateikame 2.18 paveiksle parodytas pavyzdys kaip nustatoma detalės (ruošinio) koordinatinių sistema.



2.17 pav. Ruošinio nulinis taškas tekinimo atveju



2.18 pav. Koordinatinių sistema ir ruošinio nulio taško W padėtis tekinimo atveju

Santykinė koordinacių sistema

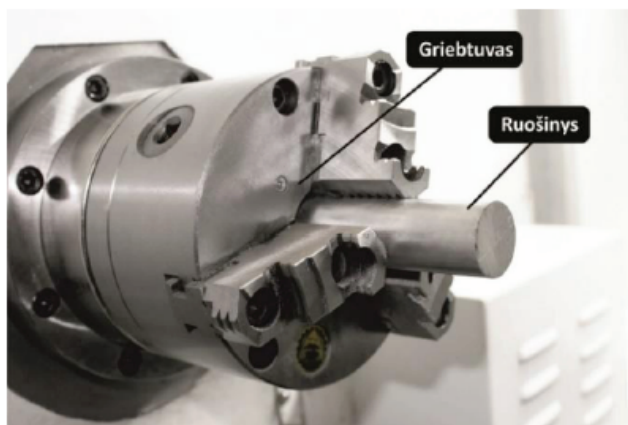
Papildomai greta staklių ir ruošinio koordinacių sistemų, valdymo sistema pateikia santykinę koordinacių sistemą. Ši koordinacių sistema yra naudojama kontrolinių taškų, kurie gali būti laisvai pasirenkami, nustatymui ir neturi įtakos ruošinio koordinacių sistemai.

Ruošinio tvirtinimas

Tvirtinant ruošinį apdirbimui staklėse, jis turi būti nustatomas taip, kad ruošinio koordinacių sistemos ašys būtų lygiagrečios su staklių sistemos koordinacių ašimis (2.14 pav.), skiriasi tik pradžios padėtis. Ruošinio koordinacių sistemos pradžią pasirenka (nustato) pats staklių operatorius arba programuotojas. Atstumai nuo staklių nulinio taško iki ruošinio (detalės) nulinio taško vadinami detalės kompensacijomis. Kiekvienai koordinacių sistemai nustatytos kompensacijų reikšmės pagal kiekvieną ašį saugomos staklių programinio valdymo įrenginio atmintyje kompensacijų registre ir pradeda veikti aktyvuojant atitinkamą koordinacių sistemą tam tikru kodu, pvz., komanda G54.

PRAKTINIAI PATARIMAI:

prieš nustatant ruošinio nulinį tašką, reikia įvertinti ruošinio užlaidas.



2.19 paveiksle pateiktame pavyzdyje parodyta kaip tvirtinamas ruošinis staklėse.

2.19 pav. Tekinamo ruošinio tvirtinimas staklių griebtuve

Tekinimo įrankio matmenų nustatymas

Tekinimo staklėse kiekvieno įrankio pjovimo taškas (viršūnė) P turi sutapti su ruošinio

(detalės) nuliniu tašku W , t.y. įrankiai savo viršūnėmis turi būti susieti su ruošinio nuliniu tašku, kuris beveik visada pasirenkamas ruošinio galinės plokštumos ir ašies (suklio ir ruošinio) susikirtime (taške W). Galima vietoje įrankio viršūnės koordinacių valdyti tik suklio (griebtuvo) ašies ir galinės plokštumos susikirtimo tašką (taškas, kuris sutampa su tašku M) (2.14 pav.).

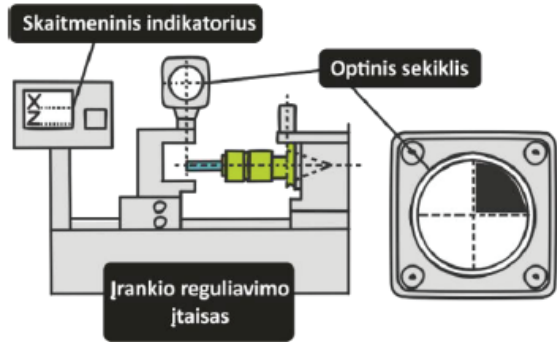
Staklių valdiklis apdirbimo (tekinimo) metu palygina įrankio matmenis su ruošinio matmenimis tam, kad ruošinio kontūrą būtų galima programuoti nepriklausomai nuo naudojamų įrankių. Prieš tai kiekvienas įrankis turi būti išmatuotas, nes skirtingų įrankių išsikišimų ilgiai yra skirtingi.

PRAKTINIAI PATARIMAI:

prieš tvirtinant ruošinį spaustuose arba įtaise, reikia patikrinti, ar švarūs ir be užvartų baziniai bei prispaudžiamieji paviršiai.

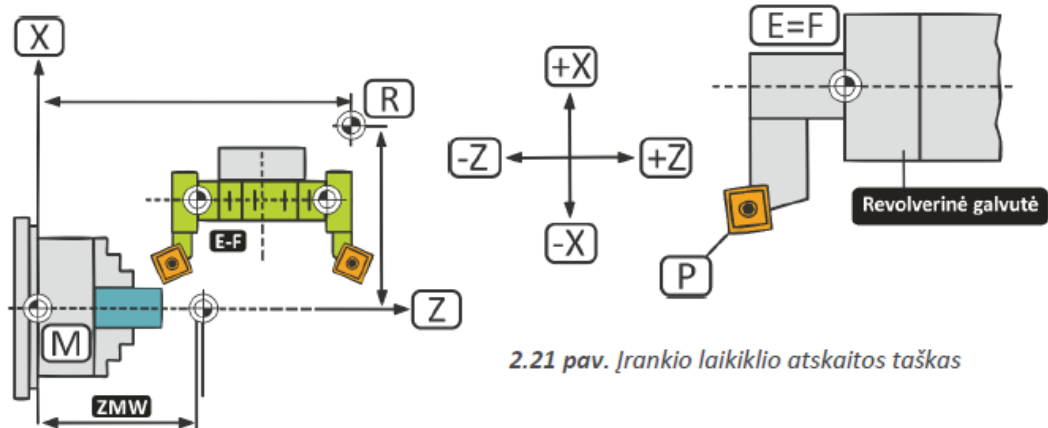
Jeigu matuojama staklių išorėje, pvz., su įrankio išankstinio reguliavimo įtaisu, matavimas vadinamas išoriniu įrankio matavimu (2.20 pav.). Įrankio laikiklis su įtvirtintu įrankiu įstatomas į reguliavimo įtaiso adapterį. Adapteris leidžia naudoti įvairius įrankius.

2.20 pav. Išorinis įrankio matavimas



Įrankio laikiklio atskaitos taškas

Įrankio laikiklio atskaitos taškas F sutampa su programuotomis koordinatų reikšmėmis, jeigu valdiklis nepateikia apskaičiuotų įrankio koregavimo reikšmių. Įrankio laikiklio atskaitos taškas F (2.21 pav.) yra ant ašies ties atraminiu paviršiumi įrankiui tvirtinti.

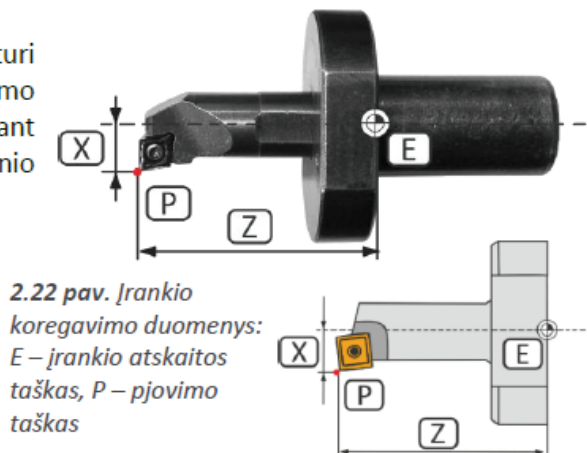


2.21 pav. Įrankio laikiklio atskaitos taškas

Pjovimo taško P atstumas iki įrankio atskaitos taško E išmatuojamas (2.22 pav.) ir, kaip koregavimo reikšmė su teisingu ženklų, įvedama į SPV valdiklio įrankio koregavimo atmintį bei priskiriama atitinkamam įrankiui. Tai gali būti atliekama rankiniu būdu, naudojantis staklių pulto klaviatūra, arba įvedama tiesiogiai per duomenų perdavimo liniją. Įstačius įrankį į SPV stakles, įrankio atskaitos taškas E sutampa su įrankio laikiklio atskaitos tašku F (2.21 pav.).

Apdirbant ruošinį, įrankio laikiklis turi būti nustatytas taip, kad atitinkamo įrankio pjovimo taškas P atsiderėtų ant programoje nurodytos ruošinio koordinatų reikšmės.

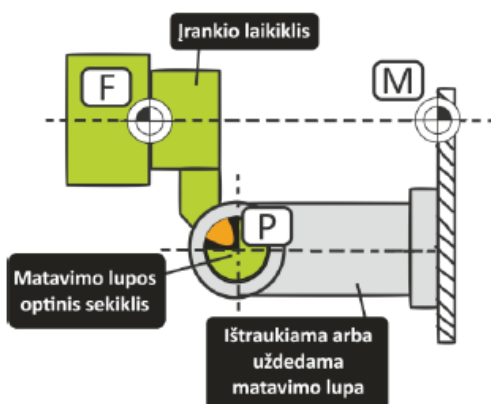
Įrankio koregavimo ženklas ir koregavimo matmenys parenkami taip, kad pjovimo tašką P perstumtų į įrankio laikiklio atskaitos tašką F .



2.22 pav. Įrankio koregavimo duomenys: E – įrankio atskaitos taškas, P – pjovimo taškas

Kai kurios šiuolaikinės PV tekimo staklės turi matavimo įtaisą (pvz., optinį sekiklį), kuris leidžia išmatuoti įrankį staklės (vidinis įrankio matavimas) (2.23 pav.).

Kiekvieno atskiro įrankio pjovimo taškas *P* atsiduria žemiau matavimo lupos optinio sekiklio. Tikroji laikiklio padėtis iki staklių nulio taško *M* arba pjovimo taško *P* perduodama į koregavimo atmintį ir apdirbimo su atitinkamu įrankiu metu perskaičiuojama.



2.23 pav. Vidinis įrankio matavimas

PRAKTINIAI PATARIMAI:

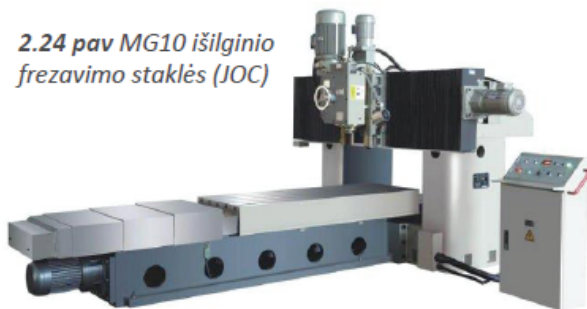
išmatavus įrankio ilgį laikiklyje (darbinio taško atstumą nuo laikiklio atskaitos plokštumos), labai svarbu gautą reikšmę teisingai įvesti į staklių duomenų bazę.

2.2. Įrenginiai frezavimui

2.2.1. Frezavimo staklės ir apdirbimo centrai

Frezavimo staklėmis apdirbami horizontalūs, vertikalūs, fasoniniai ir nuožulnūs paviršiai, įvairaus profilio išdrožos, grioveliai, iškilumos, sraigtiniai paviršiai, krumpliaračiai. Metalų apdirbimo įmonėse frezavimo darbų apimtis

2.24 pav MG10 išilginio frezavimo staklės (JOC)



yra didelė, todėl naudojamos įvairios frezavimo staklės, kurias galima suskirstyti į kelis tipus.

Frezavimas atliekamas išilginio, nepertraukiamo frezavimo, konsolinėmis, bekonsolinėmis, frezavimo – kopijavimo, išdrožų frezavimo, programinio valdymo ir specialios paskirties frezavimo staklėmis.

Išilginio frezavimo staklės skirtos stambių gabaritų detalių plokštiems ir sudėtingo profilio paviršiams



2.25 pav. RMW5H: 1200 nepertraukiamo veikimo frezavimo staklės (Sakurai)

formuoti, frezuojant galinėmis, cilindrinėmis, diskinėmis arba fasoninėmis frezomis (2.24 pav.). Priklausomai nuo vienu metu frezuojamų paviršių skaičiaus, išilginio frezavimo staklės būna vienašonės, dvišonės arba trišonės.

Nepertaukiamo veikimo frezavimo staklės skirtos plokštiems paviršiams našiai frezuoti dažniausiai galinėmis frezomis serijinės gamybos sąlygomis (2.25 pav.). Jose ruošiniai tvirtinami specialiuose įtaisuose ant besisukančio stalo arba būgno ir yra iš eilės frezuojami, praeinant ruošiniams pro vieną arba kelias frezas. Šių stakių yra du tipai: karuselinės ir būgninės.

Konsolinės frezavimo staklės labiausiai paplitusios mechaniniuose, įrankiniuose ir remonto cechuose. Konsolinėmis vadinamos todėl, kad jų stalas įtaisytas ant vertikaliai kilnojamos konsolės (2.26 pav.).



2.26 pav. UHM30 konsolinės frezavimo staklės (Fortune Pacific Machine Tool Limited)



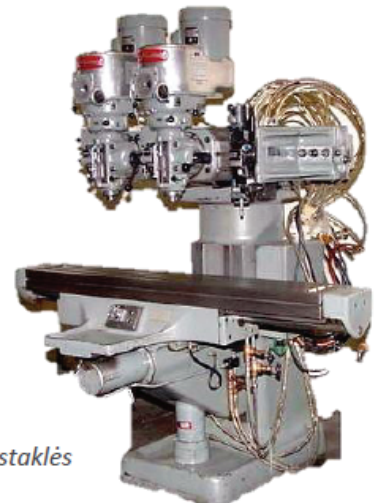
2.27 pav. OPTImill F150 frezavimo staklės

staklėmis galima sparčiai frezuoti sunkias korpusines detales, taikant didelį pjovimo greitį, gylį ir pastūmą.

Kopijavimo-frezavimo staklės skirtos detalių paviršiui formuoti frezavimo būdu, kopijuojant jį pagal atitinkamos formos pavyzdį, vadinamą kopyru (2.28 pav.).

Išdrožų frezavimo staklės skirtos pleištiniais grioveliams, išdrožoms velenuose ir įvairiems įgilinimams detalėse frezuoti pirštinėmis ir

2.28 pav. Kopijavimo-frezavimo staklės (Bridgeport Machines Ltd)



Bekonsolėse frezavimo staklėse stalas patalpintas ne ant konsolės, o ant nejudamo stovo ir gali slinkti tikrai išilgine arba skersine kryptimi (2.27 pav.). Frezavimo aukštis nustatoma, perstumiant suklio galvutę vertikaliomis stovo kreipiančiosiomis. Esant tokiai konstrukcijai, gaunama labai standi sistema. Todėl bekonsolėmis frezavimo

galinėmis frezomis (2.29 pav.).

Programinių frezavimo staklių konstrukcijose, palyginti su universaliosiomis, yra padaryta daug pakeitimų. Daugumos jų mazgai yra gerokai standesni, krumpliaratinės pavaros tikslesnės, vietoj sraigtnių slydimo porų naudojamos riedėjimo poros. Dėl šių pakeitimų geriau panaudojamos programinio valdymo galimybės, pasiekiamas didesnis apdirbimo tikslumas ir našumas. Frezavimo PV staklės turi skaitmeninį programinį valdymą ir gali vienu metu atlikti pjovimą mažiausiai dviejų koordinatinių ašių kryptimis.

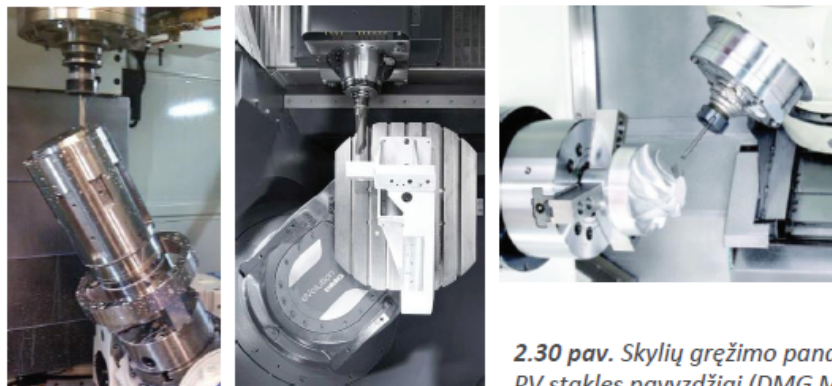
Frezavimo PV staklės ir apdirbimo centrai be frezavimo operacijų, papildomai gali gręžti, ištekinti, gilinti, plėsti ir sriegti skyles, suformuoti išorinius sriegius bei graviruoti.



2.29 pav. AJSL 200 išdrožų frezavimo staklės (Ajax Machine Tools)

Programinio valdymo frezavimo staklių technologinės galimybės dažnai priklauso nuo valdomų judesių koordinatijų skaičiaus. Daugelis staklių valdomos pagal tris koordinatas. Technologinės staklių galimybės gerokai padidėja, nes automatiškai keičiami jų suklio apsisukimai ir įrankiai. Tam įtaisomos revolverinės galvutės arba įrankių dėtuvės. Jei staklės turi pasukamąjį stalą, įtvirtinus jame ruošinį vieną kartą, galima apdirbti sudėtingesnes detales. Todėl šiuolaikinės PV staklės dažnai vadinamos apdirbimo centrais.

Išėmų bei griovelių frezavimas taip pat galimas bet kurios ašies kryptimi įvairiausios formos detalėse. Kontūrinis išėmų, skylių bei sriegių frezavimas gali būti atliekamas bet kuria ašine ir radialine kryptimi įrankį pasukus norimu kampu.



2.30 pav. Skylių gręžimo panaudojant frezavimo PV stakles pavyzdžiai (DMG MORI Company Ltd)

Gręžti galima vertikaliai, horizontaliai arba tam tikru kampu (2.30 pav.), gali būti atliekamas gilių skylių gręžimas. Gręžiant dažniausiai naudojamas vidinis (per įrankyje

esančias kiaurymes) aušinimo-tepimo skysčio padavimas, o gręžiant galias skyles – ypač intensyvus aušinimo skysčio padavimas (iki 400 l/min).

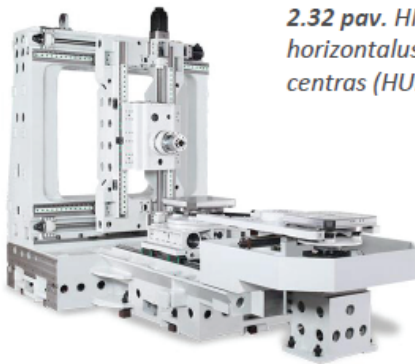
Šiuolaikinės frezavimo PV staklės (apdirbimo centrai) gali būti klasifikuojamos:

- pagal vienu metu valdomų koordinacių ašių skaičių – dviejų, trijų, keturių ir penkių ašių (2.31 pav.),
- pagal suklio padėtį – vertikaliosios ir horizontaliosios (2.32 pav.).

SPV staklėmis ir apdirbimo centrais galima apdirbti 6-7 kвалiteto tikslumo skyles ir išorinius paviršius. Ruošiniai staklėse gali būti nustatomi $\pm 0,0025$ mm tikslumu, tiesinių matmenų apdirbimo paklaida neviršija $\pm 0,01$ mm. Tokiomis staklėmis gali būti apdirbamos tiek specifinės paskirties detalės, pvz., didelių gabaritų, neišbalansuotos su papildomais elementais, ekscentrinės, plonasienės, kurios negali suktis ar judėti dideliais greičiais, tiek ir paprastesnių formų detalės, kurioms taikomi maksimalūs pjovimo režimai.



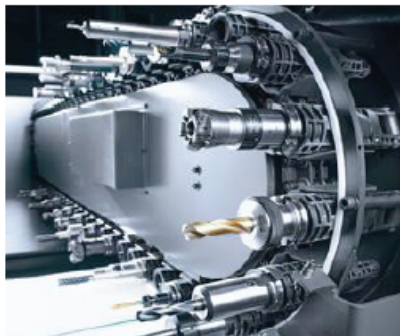
2.31 pav. OPTImill FU 5-600 HSC penkių ašių vertikalusis apdirbimo centras (Optimum Maschinen Germany GmbH)



2.32 pav. HMX400 horizontalusis apdirbimo centras (HURCO)



Standartinėse SPV staklių modifikacijose įrankių dėtuvė talpina 24, 40, 80 arba 120 įrankių (yra staklių, kurių dėtuvų talpa siekia iki 300 įrankių ir daugiau) (2.33 pav.).



2.33 pav. Apdirbimo centro dėtuvių pavyzdžiai (DMU 50 ir DMU 70 frezavimo staklės, DMG MORI kompanija)

Dėtuvės vieta priklauso nuo to, kiek joje yra įrankių. Įrankių keitimas atliekamas apdirbimo metu, nes apdirbimo centro konstrukcija užtikrina, kad įrankio keitimo metu neatsirastų jokių vibracijų, turinčių įtakos apdirbimo tikslumui. Didelio skersmens galinių frezų apdirbimo centruose naudoti nepatartina, nes jos gali uždengti gretimų pjovimo įrankių lizdus.

PRAKTINIAI PATARIMAI:

esant nepilnam įrankių dėtuvės užpildymui, įrankiai dėtuvėje turi būti išdėstomi tolygiai. Įrankių dėtuvėje išdėstyti įrankiai turi neužkliudyti detalės apdirbimo metu.

Automatizuotam nepertraukiamam PV staklių darbui numatyta pjovimo įrankio resurso kontrolės funkcija, kuri leidžia laiku pakeisti sudilusį pjovimo įrankį, nelaukiant jo katastrofinio dilimo pradžios.

Be to, apdirbimo centrai gali būti komplektuojami su visa eile papildomų įrenginių, tokių kaip konvejeriai pagamintų detalių transportavimui, konvejeriai drožlėms, įranga pjovimo įrankių derinimui, prietaisai aktyviajai kontrolei (skirti matuoti detales apdirbimo metu), įrenginiai ruošinių pakrovimui ir pagamintų detalių paėmimui, įranga automatiniam gaisro gesinimui pjovimo zonoje ir t.t.

Prie specialios paskirties frezavimo staklių gali būti priskiriamos *graviravimo frezavimo staklės* (2.34 pav.).



2.34 pav. MT-M3636 graviravimo frezavimo staklės (MORN)

2.2.2. Detalių pastatymas ir tvirtinimas frezavimo staklėse

Tam, kad užtikrinti apdirbamos detalės tikslumo ir šiuurkštumo reikalavimus, ruošinys turi būti tvirtai ir stabiliai (o apdirbant detalių partiją dar ir toje pačioje vietoje) įtvirtintas tvirtinimo įtaise, kuris savo ruožtu tvirtinamas ant staklių stalo. Tvirtinimo įtaisas atlieka dvi svarbias funkcijas apdirbant ruošinį:

- užtikrina tikslų ir pastovų bazinį paviršių ruošiniui pastatyti prieš apdirbimą,
- neleidžia ruošiniui judėti įtaise veikiant pjovimo jėgoms.

Abu šie reikalavimai yra svarbūs užtikrinant tikslumą ir pasikartojamumą. Jeigu ruošinys apdirbimo metu pasislinks arba judės įtaise, negalima bus apdirbti tiksliai, t.y. pastoviai gauti tą patį matmenį. Be to, nepakankamai gerai įtvirtinus ruošinį, galima sugadinti stakles bei įrankį, nepavyks išlaikyti apdirbamųjų paviršių šiurkštumo reikalavimų, o dideliu greičiu judantis ruošinys gali sužaloti operatorių. Programinio valdymo staklių darbo zona dažniausiai darbo metu yra uždaroma, nes staklių durys yra prijungtos prie automatinio užrakto, kuris užrakina duris dirbant automatiname režime, todėl sužalojimai yra gana retas atvejis. Tvirtinamas ruošinys iš pradžių tinkamai pastatomas įtaise, paskui prie jo pridedama prispaudimo jėga. Prispaudimo jėga gali būti suteikta mechanine pavara (dažniausiai sraigte), hidrauliniu arba pneumatiniu cilindru. Ši jėga neleidžia ruošiniui pasislinkti veikiant pjovimo jėgai, tačiau ji neturi deformuoti ruošinio, kas ypač aktualu apdirbant plonasienes ruošinius.

Technologas arba PV staklių operatorius sprendžia, kokį tvirtinimo įtaisą naudoti ruošinio pastatymui tam tikroje apdirbimo operacijoje.

Įtaisų panaudojimo privalumai:

- sutrumpina detalės apdirbimo laiką;
- pagerina pakartotinos operacijos tikslumą;
- daugelio ruošinių be įtaisų negalima apdirbti;
- sumažina tikrinimo sąnaudas;
- sumažina nustatymo ir tvirtinimo pagalbinį laiką;
- nebereikia pagalbinių operacijų (žymėjimo ir braižymo);
- ekonomiškė gamyba (pvz., panaudojant daugiavietį įtaisą);
- išplečiamos technologinės staklių galimybės (pvz., panaudojant pasukamąjį stalą);
- saugesnis darbas.

Staklių tvirtinimo įtaisams keliami šie reikalavimai:

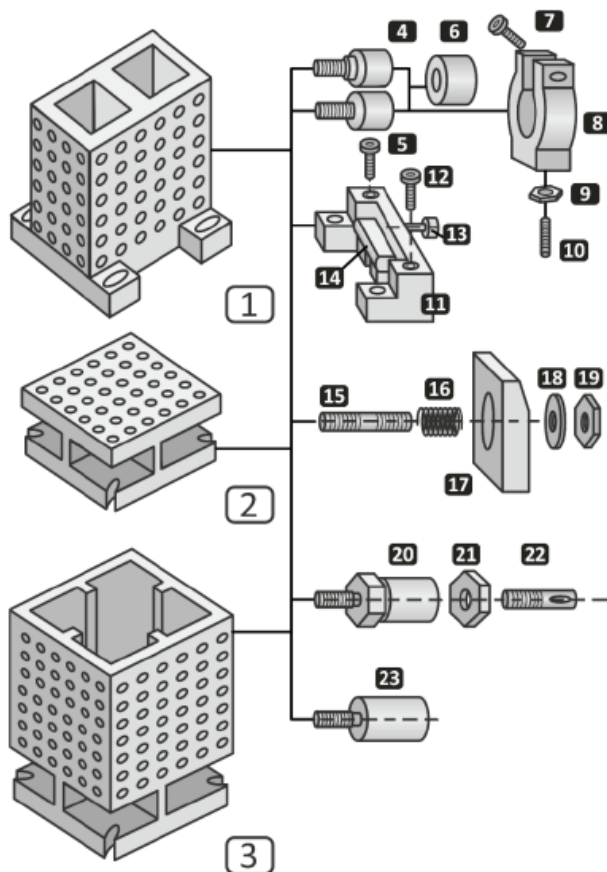
- ruošinys turi būti standžiai įtvirtintas;
- tvirtinant negalima ruošinio deformuoti;
- didelis pastatymo pasikartojimo tikslumas;
- paprastas, greitas ir patikimas naudojimas;
- tvirtinimo ir pastatymo elementai turi būti lengvai keičiami;
- kuo mažesnė įtaiso kaina.

Tvirtinimui naudojami mechaniniai, magnetiniai, hidrauliniai, pneumatiniai ir vakuuminiai tvirtinimo elementai.

Korpusinių detalių tvirtinimo įtaisai. Korpusinėms detalėms tvirtinti dažnai yra naudojami specialūs tvirtinimo įtaisai. Korpusinių detalių tvirtinimo įtaisai susideda iš unifikuotų pakeičiamų elementų. Tai pagrindinės plokštės, kampuočiai ir trinkelės (konstrukciniai elementai), bazavimo ir tvirtinimo elementai. Iš jų galima sumontuoti surenkamus įtaisus įvairiems ruošiniams tvirtinti (2.35 pav.). Įtaisų dalis bet kada galima išmontuoti ir vėl panaudoti. Jie ypač tinka vienetinei gamybai, kai dažnai keičiasi ruošinių matmenys arba gamybos pradžioje, kol specialūs įtaisai dar neparuošti.

Korpusinių detalių įtaisai turi būti greitai ir paprastai pritaikomi kintamiems ruošiniams. Jie turi būti lanksčiai keičiami, pritaikant mažoms ir vidutinėms serijoms, taip pat ir PV staklėms ir apdirbimo centrams. Moduliniai tvirtinimo įtaisai yra naudojami

horizontaliuose ir vertikaliuose apdirbimo centruose, kur ruošiniai tvirtinami varžtais, prispaudikliais ant vertikalių įtaiso sienelių, o visa sistema tvirtinama ant pasukamojo staklių stalo. Pritvirtinti ruošiniai paeiliui apdirbami skirtingose įtaiso pusėse.



2.35 pav. Korpusinių detalių tvirtinimo įtaiso konstrukcijos elementai: 1, 2, 3 – tvirtinimo įtaiso korpusas; 4 – galinė atrama; 5 – šoninė atrama; 6 – žiedas; 7 – sraigtas; 8 – apkaba; 9 – kontraveržlė; 10, 15, 22 – smeigė; 11 – svirtinis užspaudiklis; 12, 13 – sraigtas; 14 – svirtis; 16 – spyruoklė; 17 – prispaudiklis; 18 – poveržlė; 19 – veržlė; 20 – papildomos atramos korpusas; 21 – kontraveržlė; 23 – ilgintuvas

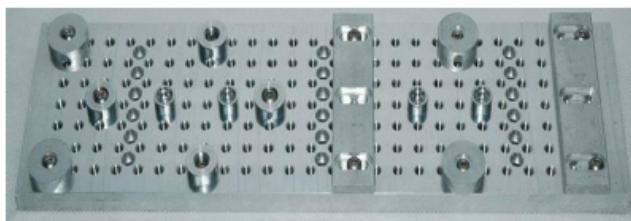
Kitų detalių tvirtinimo įtaisai. Tokie įtaisai gali būti naudojami, kai detalė yra sudėtingos formos ir tvirtinti ją universaliame įtaise (pvz., spaustuose) nepavyksta. Pagal elementų tarpusavio ir tvirtinimo prie plokštės, būdą jie priskiriami skylių ir griovelių sistemoms (2.36 pav.).

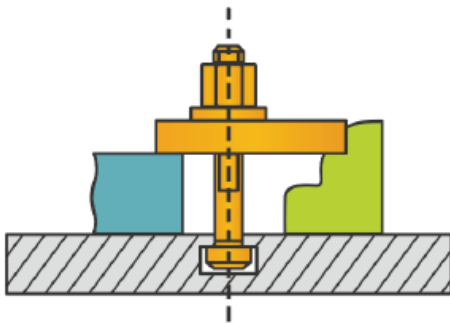
Skylių sistemoje atskiri elementai su korpusiniu elementu sujungiami kaiščiais ir varžtais (2.37 pav.).



2.36 pav. Griovelinio tvirtinimo sistema Steelex D3695 (Tools & More)

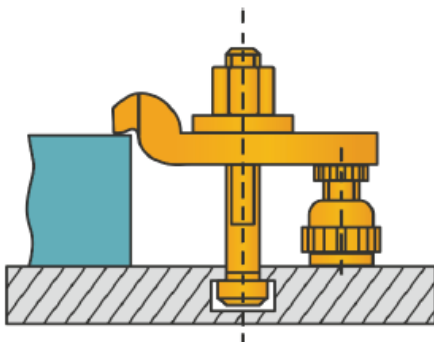
2.37 pav. Tvirtinimo įtaiso pavyzdys naudojant skylių sistemą MWHS01 (High Tech Systems LLC)



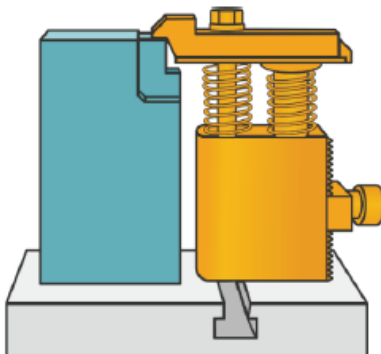


2.38 pav. Tvirtinimo svirtis su laiptuota atrama

Reguliuojamas padėklas naudojamas tam, kad prisitaikytų prie detalės gabaritų ir gerai prispaustų ją. Perėjimo koregavimą galima atlikti tvirtinimo svirtimi su sraigatine atrama. Sraigtinė atrama yra reguliuojama ir gali būti pritaikoma prie detalės gabaritų, kad prispaudiklis tvirtai prispaustų detalę (2.40 pav.).



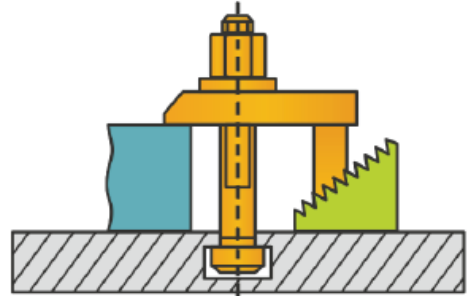
2.40 pav. Tvirtinimo svirtis su sraigto atrama



2.42 pav. Greito užspaudimo svirtis

Mechaniškai tvirtinant ruošinius ant staklių stalo, jie yra tvirtinami T formos grioveliuose įstatytais varžtais, *prispaudimo prispaudikliais ir atramomis*. Taip pat naudojamos tvirtinimo svirtys su laiptuotomis atramomis (2.38 pav.).

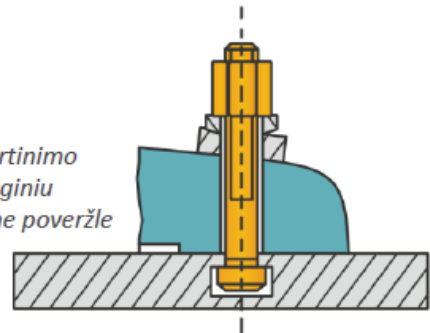
Smulkaus perėjimo tvirtinimo svirtis su reguliuojamu padėklu yra parodyta (2.39 pav.).



2.39 pav. Tvirtinimo svirtis su reguliuojamu padėklu

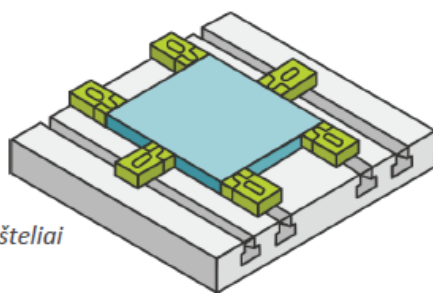
Tiesinis prispaudiklis be padėklo yra tvirtinimo varžtas su kūginiu disku ir sferine poveržle (2.41 pav.). Tvirtinimo varžtas yra ruošinio paruoštoje skylėje. Kūginis diskas ir sferinė poveržlė padeda išlyginti nuožulas ir netolygumus ruošinio tvirtinimo paviršiuje.

2.41 pav. Tvirtinimo varžtas su kūginiu disku ir sferine poveržle



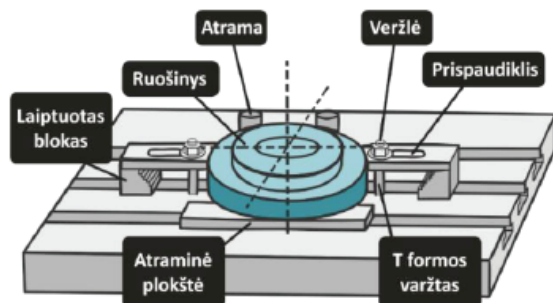
Dideliam ruošinių kiekiui yra reikalingas greitas tvirtinimas. Čia galima panaudoti greito užspaudimo svirtį. Greitojo užspaudimo pranašumas yra mažas vietos poreikis ir greitas tvirtinimo svirties pritaikymas pagal ruošinio aukštį (2.42 pav.).

Žemo užspaudimo kumštelių tvirtinimo elementu galima pritvirtinti žemas detales (2.43 pav.). Žemo užspaudimo kumštelių panaudojimas leidžia pilnai apdirbti paviršius.



2.43 pav. Žemo užspaudimo kumšteliai

Naudojant prispaudiklius, prispaudimo varžtai turi būti kuo arčiau ruošinio (2.44 pav.).



2.44 pav. Ruošinio tvirtinimas prie staklių stalo prispaudikliais

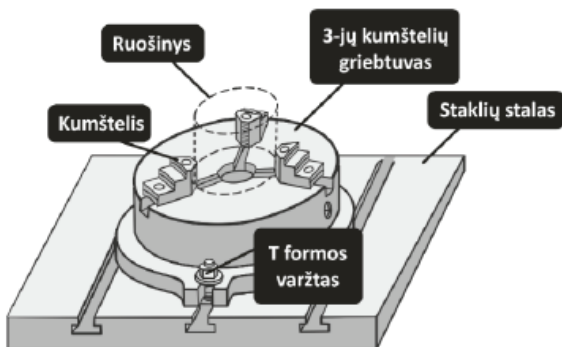


2.45 pav. Tvirtinimo kubas (MTD Ebusiness Ltd)

ant kurios statmenai pritvirtinti keturi vertikalūs staklių spaustuvai, kurie tvirtinami ant pasukamojo staklių stalo. Apdirbus vieną arba du ruošinius, stalas pasukamas 90° arba 180° kampu ir į apdirbimo zoną patenka nauji ruošiniai (2.45 pav.).

Norint apdirbti cilindrinį ruošinį galinį arba šoninį paviršius, naudojami *trijų kumštelių ir kitų tipų griebtuvai*, kurie tvirtinami prie staklių stalo prispaudimo varžtais (2.46 pav.).

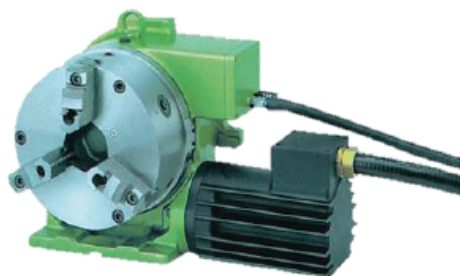
Naudojant *tvirtinimo kubą*, galimas keturių ruošinių įtvirtinimas vienu metu. Tvirtinimo kubas sudarytas iš pagrindo plokštės ir kolonos,



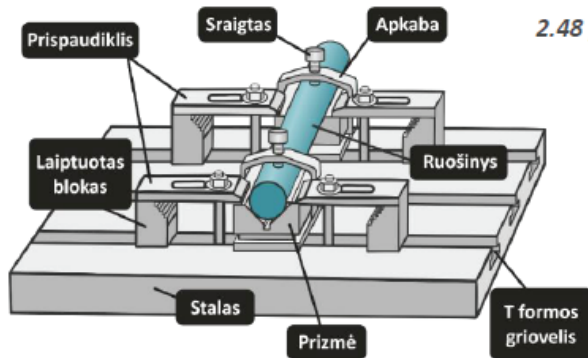
2.46 pav. Ruošinio tvirtinimas ant staklių stalo trijų kumštelių griebtuve

Pasukama galvutė su trijų kumštelių griebtuvu skirta ruošiniams tvirtinti, dažniausiai norint apdirbti vertikaliuosius frezavimo staklėmis ruošinio galinį arba šoninius paviršius,

2.47 pav. Pasukama galvutė (Gehring Technologies GmbH)



išdėstytus kampų vienas kito atžvilgiu. 2.47 paveiksle parodytas įtaisas (pasukama galvutė) programiškai pasukamas apie griebtuvo ašį, nes prijungtas prie SPV staklių valdymo sistemos.

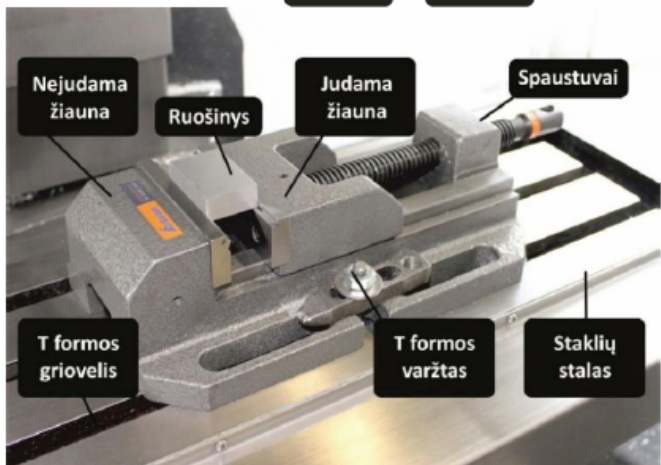
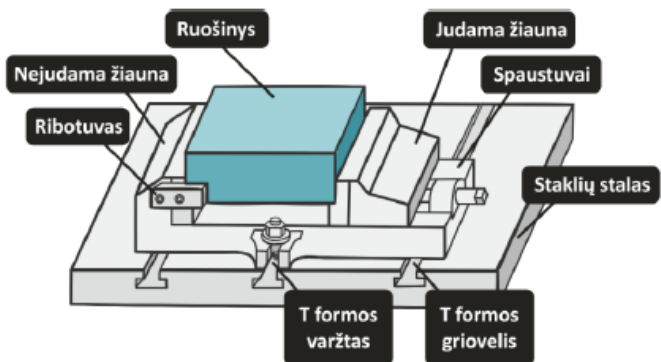


2.48 pav. Veleno tvirtinimas prizmėse

Prizmės naudojamos veleno tipo detalių tvirtinimui, kai frezuojami grioveliai, gręžiamos skylės ir pan. Gautų matmenų tikslumas, kaip ir tvirtinant detalę prispaudikliais (2.48 pav.), labai priklauso nuo to, ar lygiagrečiai bus pastatytas prizmės šoninis paviršius staklių atžvilgiu.

Mašininiai spaustuvai – tai labiausiai paplitę įtaisai, naudojami ruošiniams prizminiais arba su plokščiais paviršiais tvirtinti frezavimo, gręžimo staklėse, apdirbimo centruose.

Mašininiai spaustuvai naudojami mažų ir vidutinių ruošinių tvirtinimui vienetinėje ir smulkiaserijinėje gamyboje. Pagrindinis spaustuvių privalumas yra jų universalumas. Ruošinys tvirtinamas suspaudus spaustuvo žiaunomis, iš kurių dažniausiai viena judama, o kita – ne (2.49 pav.). Yra spaustuvių, tarp kurių žiaunų gali tilpti 0 – 1200 mm pločio ruošiniai. Suspaudimo jėga dar gali būti sustiprinama mechaniniu ar hidrauliniu būdu. Mechaniniu būdu suspaudimo jėga stiprinama, pvz., svirčių sistema.



2.49 pav. Ruošinys įtvirtintas spaustuvoose

Pritvirtinus spaustuvoose vietoj plokščių žiaunų kitokios formos žiaunos (pvz., V formos), galima tvirtinti ir kitokios formos negu prizminės detalės. V formos žiaunose gali būti tvirtinamos cilindrinės formos detalės. Naudojant laiptuotas žiaunas, galima

apsieiti be papildomų plokštelių apdirbant skirtingo aukščio detales. Reikia atkreipti dėmesį į tai, kad tarp ruošinio apatinės plokštumos ir spaustuvių paviršiaus turi likti tarpas, todėl dedamos dvi tikslios plokštės, kad išlaikyti ruošinio (detalės) apatinąją bazinę plokštumą lygiagrečią viršutiniam apdirbamajam paviršiui, o grąžto, sriegiklio ar kitų įrankių galui išeiti nepažeidžiant spaustuvių.

PRAKTINIAI PATARIMAI:

tvirtinant ruošinį (detales) spaustuose, prieš tai juos reikėtų nuplauti emulsijos srove ir išvalyti.

Su tiksliais mašiniais spaustuais galima tiksliai tvirtinti plokščias detales. Spaustuvo komponentai yra keičiami ir galima spaustuvių komponentų koreguoti pagal užspaudimo užduotį (2.50 pav.).

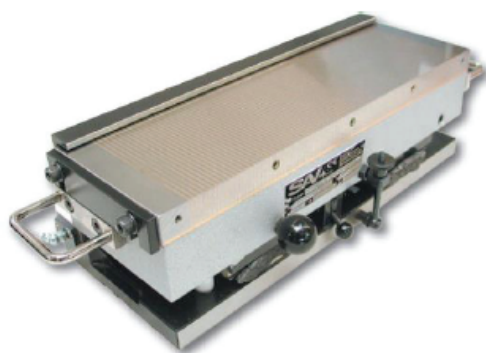


2.50 pav. Tikslūs mašininiai spaustuvai (Arc Euro Trade Ltd.)

PRAKTINIAI PATARIMAI:

įtvirtinus ruošinį (detales), reikia jį „prikalti“ naudojant plastikinę (medinę) tarpinę ir guminį (plastikinį) plaktuką, kad nepažeisti detalės paviršių, jeigu jie nebus toliau apdirbami.

Magnetinės tvirtinimo plokštės. Kad tvirtinant nesideformuotų nelygūs, išlenkti, nestandūs ir liauni ruošiniai, kaip alternatyva hidrauliniais ir mechaniniais tvirtinimo įtaisams, siūloma naudoti magnetines tvirtinimo plokštes (2.51 pav.). Magnetiniu tvirtinimu galima pritvirtinti nejudamai, greitai ir patikimai. Tvirtinimo jėgai sudaryti pastovaus magneto šerdys yra įmagnetinamos elektrinių ričių magnetiniu lauku. Apdirbimo metu ruošinį prilaiko pastovus elektromagnetas. Ruošinį galima apdirbti iš penkių pusių nekeičiant tvirtinimo elementų. Įmagnetinti ruošiniai po apdirbimo turi būti išmagnetinami.



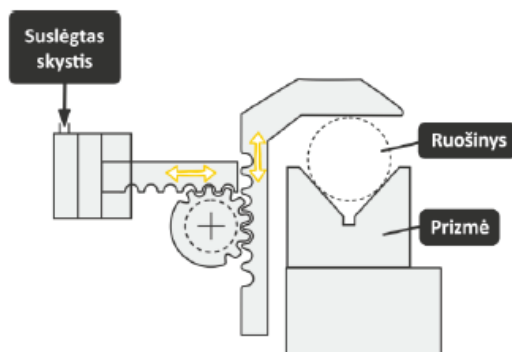
2.51 pav. Magnetinis tvirtinimo įtaisas (plokštė) (SAV Workholding and Automation)

Magnetinėmis tvirtinimo plokštėmis galima tvirtinti tik feromagnetinius ruošinius, turinčius daug geležies ir nedaug legiruojančių elementų. Tačiau magnetinis ruošinių tvirtinimas kol kas dažniausiai yra naudojamas plokščiojo šlifavimo staklėse. Frezavimo staklės retai kada komplekтуojamos su magnetinio tvirtinimo plokštėmis (dažniausiai esant specialiam užsakymui).

PRAKTINIAI PATARIMAI:

naudojant magnetinį tvirtinimą, rekomenduojama įtaisyti papildomą atramą tam, kad apdirbimo metu ruošinys nenuslinktų nuo staklių stalo.

Hidraulinė tvirtinimo sistema. Hidrauliniu tvirtinimu ruošiniai gali būti įtvirtinti paprastai ir greitai. Tolygi prispaudimo jėga padidina apdirbimo tikslumą. Hidraulinės pavaros išvysto 800 N/cm^2 ir didesnį slėgį.



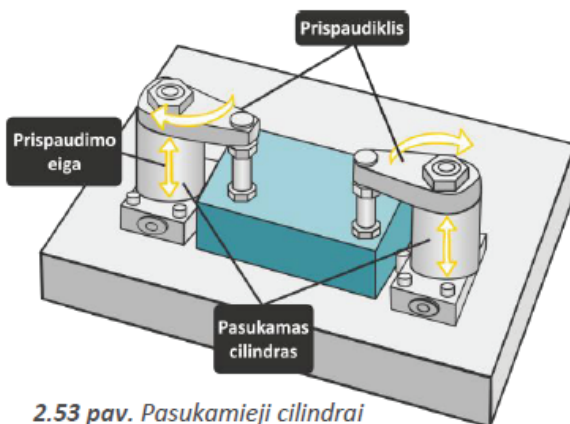
2.52 pav. Hidraulinė tvirtinimo sistema veleno užspaudimui prizmėse

Hidraulinės tvirtinimo sistemos susideda iš slėgio įrenginio, valdymo aparatos ir cilindro (2.52 pav.). Slėgio sudarymui naudojami rankiniai siurbliai, pneumatiniai–hidrauliniai multiplikatoriai ir elektriniai–hidrauliniai siurbliai. Oro hidrauliniai multiplikatoriai keičia žemą oro linijos slėgį į aukštesnį hidraulinį tvirtinimui reikalingą spaudimą.

Hidraulinių tvirtinimo elementų privalumai:

- didelė prispaudimo jėga ir maži gabaritai;
- įvairiapusiškas panaudojimas;
- greitas slėgio padavimo prijungimas;
- didelis įrangos standumas;
- galimybė prispaudimą valdyti mechanizuotai;
- visuose prispaudimo taškuose vienoda prispaudimo jėga.

Pasukamieji cilindrai naudojami tada, kai prispaudimo taškai uždedant ir išimant ruošinį turi būti laisvi (2.53 pav.).



2.53 pav. Pasukamieji cilindrai

Naudojant hidraulinius spaustuvus, per trumpą laiką pasiekiamos didelės tvirtinimo jėgos (2.54 pav.).



2.54 pav. Hidrauliniai spaustuvai (Römheld GmbH Friedrichshütte)

Pneumatiniai tvirtinimo elementai.

Pneumatiniai cilindrai tvirtinimo įtaisuose naudojami greitiems prispaudimo ir atleidimo judesiams gauti. Pneumatinės

pavaros veikia, kai suslėgtas oras, patenkantis į pneumatinio cilindro darbinę ertmę, spaudžia stūmoklį ir verčia jį judėti slenkamuoju judesiu, kuris reikalingas ruošiniui suspausti. Pneumatiniėmis pavaromis gali būti pneumatiniai cilindrai ir pneumatinės kameros. Pneumatiniai cilindrai būna dvipusio ir vienpusio veikimo. Pirmuoju atveju stūmoklis su kotu, kuris veikia suspaudimo elementus, grįžta į pradinę padėtį, veikiamas suslėgto oro, o antruoju atveju – spyruoklės. Dėl mažo darbinio slėgio jų prispaudimo jėgos yra sąlyginai mažos. Kai pneumatiniai stūmokliniai cilindrai ir diafragminės kameros mažų matmenų, o ruošinius reikia suspausti didele jėga, pneumatiniuose įtaisuose naudojami stiprintuvai suspaudimo jėgai padidinti ir jos veikimo kryptį pakeisti. Pneumatinių pavarų (be stiprintuvų) išvystomas slėgis siekia iki 170 N/cm^2 .

Vakuuminiai tvirtinimo įtaisai (vakuuminės plokštės) (2.55 pav.) dažniausiai naudojami tais atvejais, kai apdirbamos nemagnetinės medžiagos: plastikai, stiklas, grafitas,



2.55 pav. Vakuuminis tvirtinimo įtaisas (Stritzelberger GmbH)

kietlydiniai, nerūdijantis plienas. Užspaudimo metu vakuumas sudaromas tarp detalės bazinio paviršiaus ir vakuuminės plokštės. Tvirtinamos detalės turi turėti lygų ir plokščią bazinį paviršių. Bazinio paviršiaus matmenys, forma ir paviršiaus šiurkštumas turi lemiamą įtaką prispaudimo jėgai. Maksimalus prispaudimo slėgis gali siekti iki 10 N/cm^2 .

Naudojant pasukamą (dalijimo) galvutę, galima apdirbamąjį ruošinį pasukti rankiniu būdu. Naudojant tokį įtaisą, patogiu atlikti kontūrinį frezavimą, nes ruošinys lengvai pasukamas norimu kampu (2.56 pav.).



2.56 pav. Dalijimo įrenginys (Gehring Technologies GmbH)

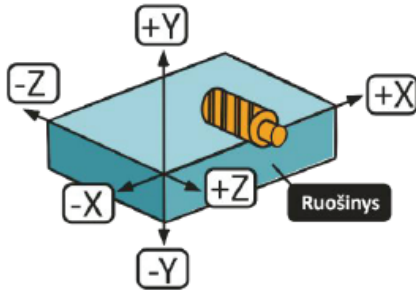
2.2.3. Frezavimo SPV staklių ir detalės koordinačių sistemos

Staklių koordinačių sistema

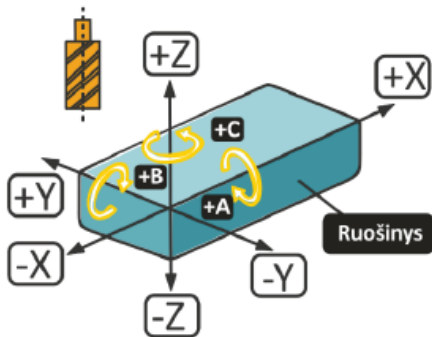
Frezavimo SPV staklių koordinačių sistema nustatoma analogiškai kaip tekinimo SPV staklių, t.y. naudojantis dešinės rankos „trijų pirštų taisykle“ (2.12 pav.). Trimatė erdvinė Dekarto koordinačių sistema sutapatinama su ruošiniu, o ašys žymimos X, Y ir Z (2.57 pav.).

Frezavimo staklių pagrindinio suklio ašį atitinka Z ašis. Todėl vertikaliojo frezavimo staklių koordinatinių sistema nustatoma kitaip negu horizontaliojo frezavimo staklių (2.58 pav.).

HORIZONTALIOJO FREZAVIMO STAKLĖS

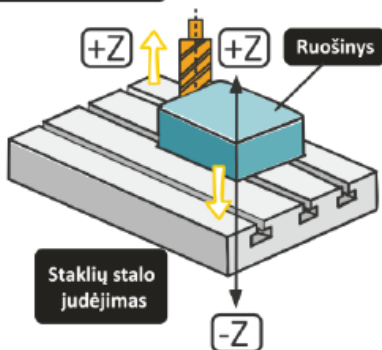


VERTIKALIOJO FREZAVIMO STAKLĖS

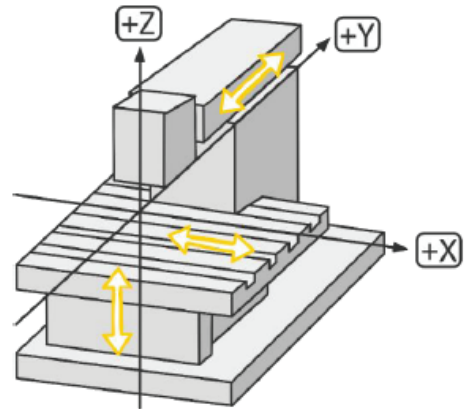


2.58 pav. Horizontaliojo ir vertikaliojo frezavimo staklių koordinatinių sistemų

Įvedama ašies perstūmimo kryptis (sutartinis įrankio judėjimas)

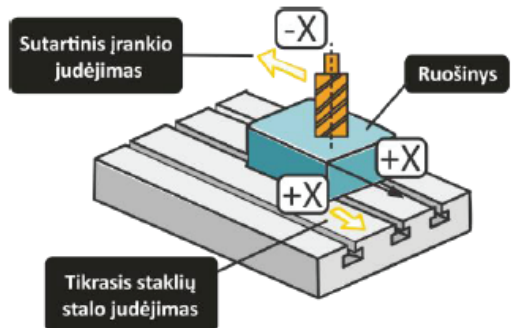


2.60 pav. Staklių stalo perstūmimas Z ašies kryptimi



2.57 pav. Vertikaliojo frezavimo staklių koordinatinių sistema

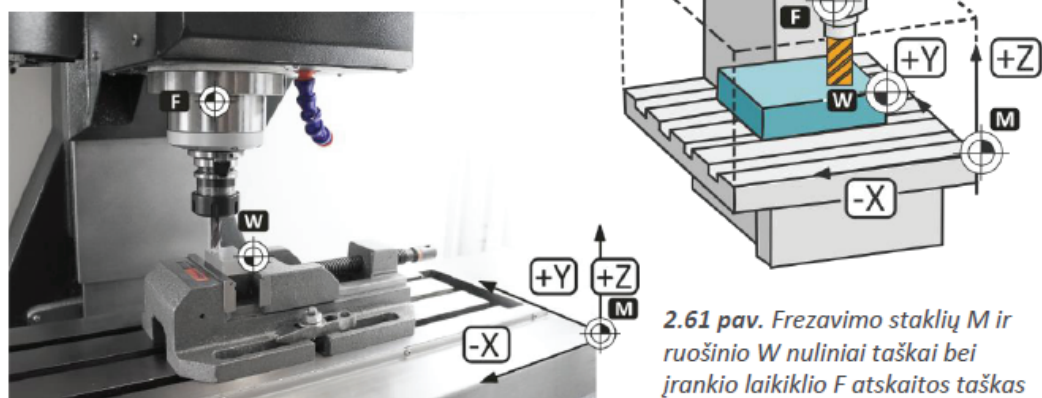
Teigiamas sukimasis vyksta apie ašį laikrodžio rodyklės kryptimi, iš nulinio taško žiūrint teigiamos ašies kryptimi. SPV staklių koordinatinių sistema jau būna nustatyta gamintojo ir negali būti keičiama. Reikia atkreipti dėmesį į tai, kad staklės „elgiasi“ taip, lyg judėtų įrankis. Rašant apdirbimo programą, visada daroma prielaida, kad juda įrankis, net tuomet, kai vietoj įrankio juda stalas su pritvirtintu ruošiniu (2.59 pav.).



2.59 pav. Įrankio ir ruošinio judėjimas

Jeigu staklių stalas turi judėti į dešinę, X ašies teigiama kryptimi, judesys pažymimas minuso ženklu. Vertikaliojo frezavimo staklėse staklių stalas taip pat gali judėti Z ašies kryptimi (2.60 pav.). Jeigu norima, kad staklių stalas judėtų žemyn neigiama Z ašies kryptimi, turi būti įvedamas teigiamas Z ašies judesys.

Frezavimo staklių nulinis taškas M yra bendras staklių koordinatinių sistemos nulinis taškas, kurį nustato staklių gamintojas ir kuris negali būti keičiamas. Skirtingose frezavimo staklėse nulinio taško padėtis, priklausomai nuo gamintojo, skiriasi. Dažniausiai jis yra darbinės zonos krašte (2.61 pav.). Nuo staklių nulinio taško M priklauso poslinkio matavimo sistemų duomenys.



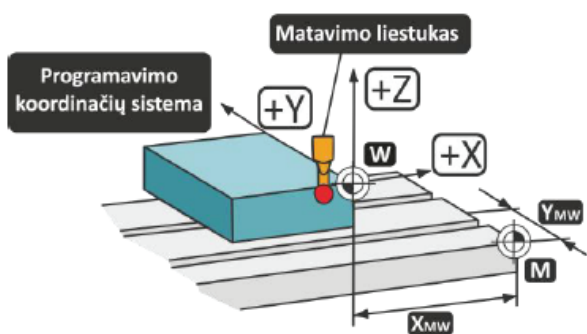
PRAKTINIAI PATARIMAI:

atskaitos tašką tikslinga parinkti pagal detalės elementų matmenų grandinę, nurodytą techniniame brėžinyje.

Detalės koordinatinių sistema

Detalės (ruošinio) arba programavimo koordinatinių sistema yra sistema, kurioje operatorius arba programuotojas programuoja įrankių poslinkius. Šios sistemos ašys yra lygiagrečios su staklių koordinatinių sistemos ašimis, skiriasi tik pradžios padėties taškas. Šį tašką, kuris vadinamas ruošinio nuliniu tašku W , pasirenka pats operatorius arba programuotojas.

Jis parenkamas taip, kad iš detalės darbo brėžinio būtų galima paimti kiek galima daugiau koordinatinių reikšmių arba būtų galima nesunkiai nustatyti ruošinio padėtį darbo zonoje (2.62 pav.).

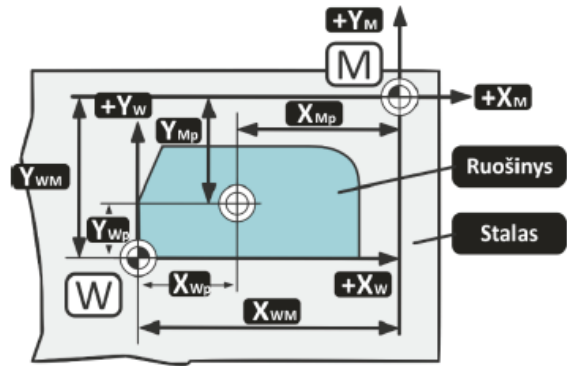


2.62 pav. Operatoriaus arba programuotojo pasirinkta ruošinio nulinio taško padėtis

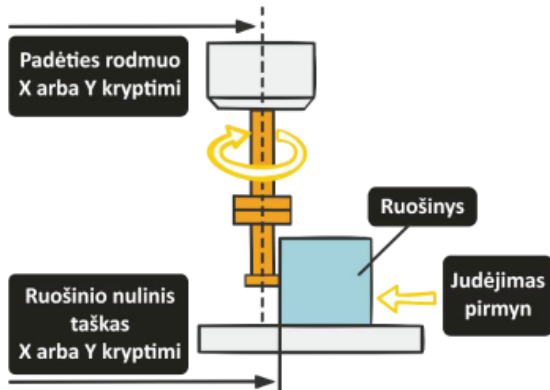
Koordinatinių atstumai nuo staklių nulinio taško iki ruošinio nulinio taško (X_{MW} , Y_{MW}) vadinami nulinio taško poslinkiu ir perkeliama į valdiklį. Valdiklyje šios koregavimo reikšmės įsimenamos ir perskaiciuojamos. Tuomet operatorius arba programuotojas gali turėti visus matmenis ruošinio nulinio taško atžvilgiu.

2.63 pav. pateiktame pavyzdyje detalės (ruošinio) koordinatų sistema yra X_W – Y_W , jos pradžia, t.y. ruošinio nulinis taškas yra taške W . Tarkime, detalėje reikia išgręžti skylę. Tam programuotojas programoje turi nurodyti skylės centro koordinatas. Jam tai padaryti žymiai patogiau ne nuo staklių nulinio taško M , bet nuo ruošinio nulinio taško W .

2.63 pav. Detalės ir joje gręžiamos skylės koordinatų nustatymas



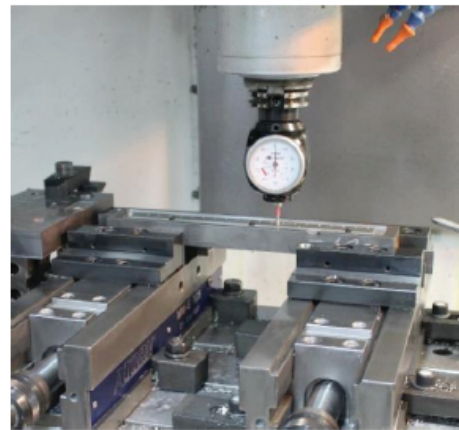
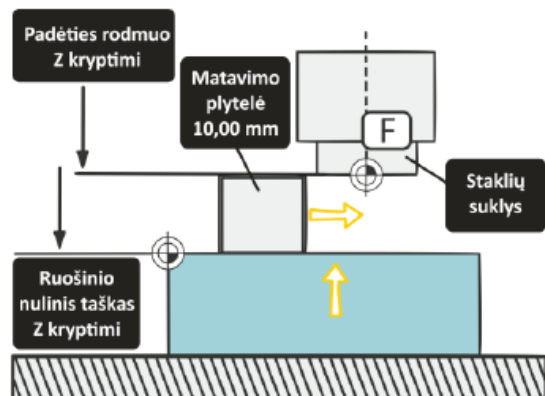
Tokiu atveju, turint detalės darbo brėžinį su matmenimis, nurodytais nuo konstrukcinės bazės (mūsų atveju tai X_{WP} , Y_{WP}), operatoriui arba programuotojui nebereikia nustatyti atstumų X_{MP} ir Y_{MP} , kuriuos nustatyti nėra taip paprasta, nes iš pradžių reikia nustatyti atstumus X_{WM} ir Y_{WM} , o paskui įvertinti atitinkamai X_{WP} ir Y_{WP} atstumus.



2.65 pav. Atskaitos plokštumų susilietimas su 3D matavimo galvute

paviršių matavimas gali būti atliekamas su 3D liestuku (2.64 pav.) arba briaunų liestuku. Atskaitos paviršiai X ir Y kryptimis nustatomi su 3D matavimo galvute (2.65 pav.).

2.66 pav. Ruošinio nulinio taško nustatymas Z ašyje



2.64 pav. Atskaitos plokštumų nustatymas 3D liestuku

SPV staklių valdikliui turi būti žinoma įtvirtinto ruošinio padėtis staklių nulinio taško atžvilgiu. Atskaitos

Matavimo plytelėmis galima nustatyti ruošinio nulinio taško padėtį Z kryptimi (2.66 pav.). Staklių stalas juda į viršų tol, kol matavimo plytelė prisiliečia prie suklio priekinio paviršiaus. Atsižvelgiant į matavimo plytelės aukštį, indikuojamas padėties rodmuo įvedamas į valdiklio atmintį.

Įrankio laikiklio atskaitos taškas

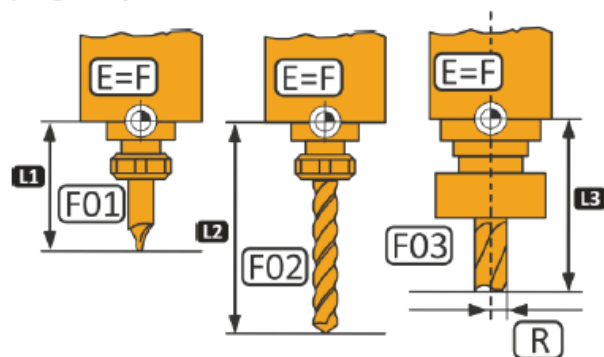
Įrankio laikiklio atskaitos taškas F yra ant ašies ties atraminiu paviršiumi įrankiui tvirtinti (2.61 pav.).

Frezavimo įrankio koordinačių sistema

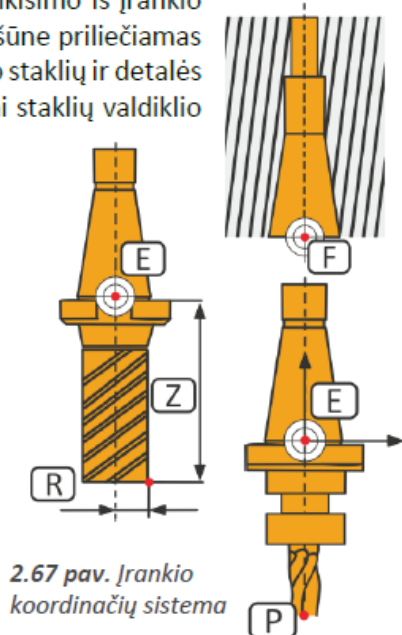
Įrankio viršūnės (taškas P) padėčiai įrankio laikiklio atžvilgiu (taškas F) aprašyti yra naudojama įrankio koordinačių sistema. Tai reikalinga, kai įrankis yra matuojamas staklių išorėje, o ne staklėse. Dirbant su SPV frezavimo staklėmis, patogiau valdyti ne įrankio laikiklio atskaitos taško F trajektoriją, kuri sutampa su įrankio atskaitos taško E trajektorija, o paties įrankio viršūnės taško P trajektoriją (2.67 pav.).

Šiuo atveju nereikia programoje įvertinti įrankio išsikišimo iš įrankio laikiklio ilgio. Tokiu būdu derinant įrankį, jis savo viršūne priliečiamas prie detalės Z ašies nulinio. Taip nustatyti atstumai tarp staklių ir detalės nulinio taškų, įvertinant įrankio išsikišimą, išsaugomi staklių valdiklio atmintyje.

Jeigu frezavimo staklėse įrankių keitimas atliekamas rankomis, valdiklis turi atlikti įrankio ilgio koregavimą tam, kad pjaunančioji briauna pasiektų programuotą paskirties tašką Z kryptimi (2.68 pav.). Tam tikslui reikalingi atskirų įrankių ilgio matmenys turi būti įvedami į valdiklio įrankių koregavimo atmintį. Kad frezos centras galėtų būti pastumtas per įrankio spindulį kontūro atžvilgiu, taip pat įvedamas spindulys R . Pastarasis taip pat reikalingas apdirbimo programų modeliavimui.



2.68 pav. Įrankių ilgių ir spindulio R koregavimas (F01 ... F03 koregavimo matmenys L1 ... L3)



2.67 pav. Įrankio koordinačių sistema

Esant automatizuotai gamybai, įrankiai keičiami automatiškai, nedalyvaujant operatoriui. Šiuo atveju įrankių ilgio bei spindulio parametrai būna išmatuoti su specialiu matavimo įrenginiu ir gautos parametrai reikšmės įvestos į staklių įrankių parametrai lentelę pagal įrankio numerį staklių įrankių

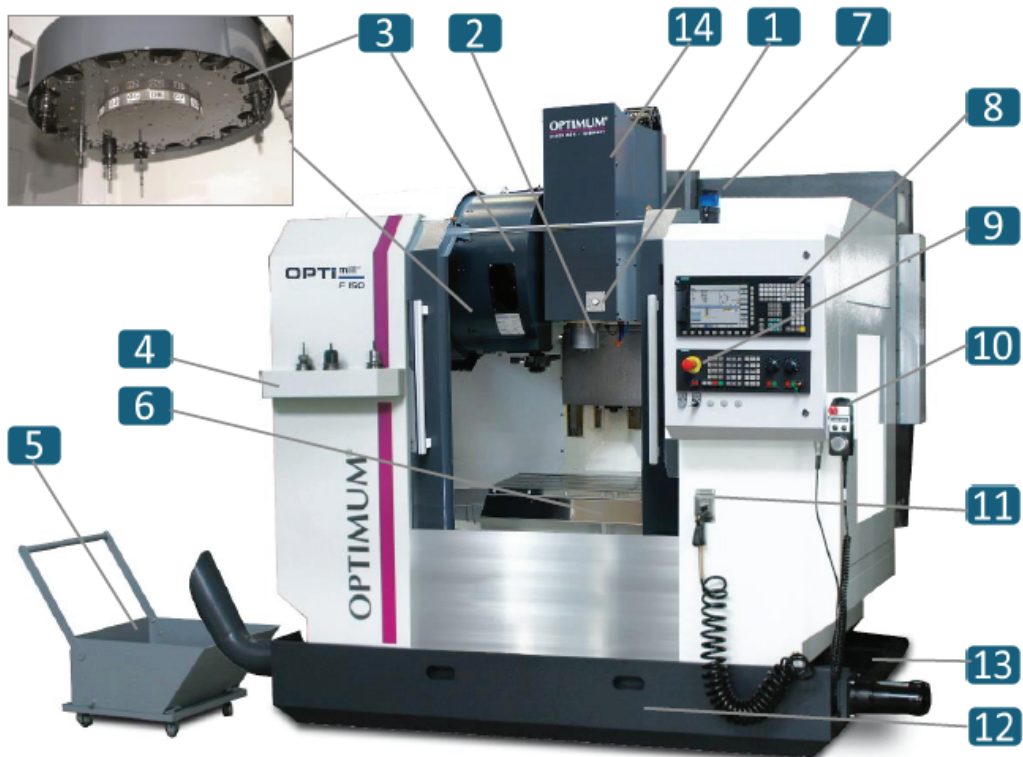
dėtuveje. Atliekant įrankių matavimą pačiose staklėse, gautos reikšmės automatiškai įrašomos į įrankių parametrų langą.

PRAKTINIAI PATARIMAI:

apdirbant tą pačią plokštumą skirtingais įrankiais, antrojo ir sekančių įrankių ilgio parametrus padidinti keliomis šimtosiomis milimetro dalimis, įvertinant apdirbimo paklaidas.

2.3. Frezavimo ir tekinimo skaitmeninio programinio valdymo staklių sudėtinės dalys

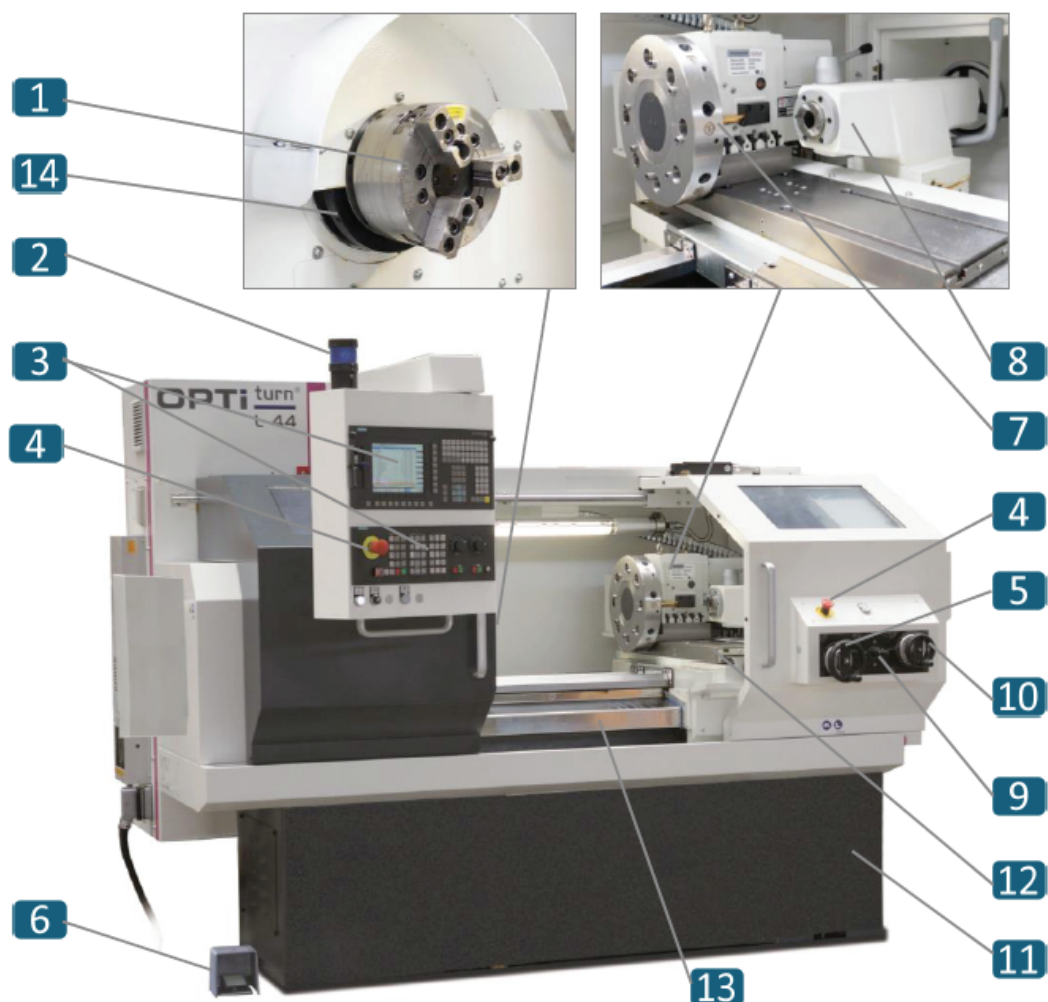
Įprastinės universaliosios ir programinio valdymo staklės turi daug bendrų bruožų, tačiau nemažai ir specifinių, tik joms būdingų ypatumų.



2.69 pav. Frezavimo PV staklių F150 (Optimum Maschinen Germany GmbH) pagrindinės sudėtinės dalys: 1 – jungiklis išlaisvinti ir įstatyti įrankį, 2 – suklys, 3 – 16 arba 24 vietų įrankių dėtuve, 4 – įrankių laikiklis, 5 – drožlių surinkimo konteineris, 6 – stalas, 7 – signalinė lempa, 8 – valdymo pultas, 9 – avarinio stabdymo mygtukas, 10 – nuotolinis valdymo pultas, 11 – valymo įrenginys, 12 – drožlių konvejeris, 13 – stovas, 14 – suklio galvutė

Frezavimo PV staklės ir apdirbimo centrai susideda iš tų pačių sudėtinių dalių kaip ir universaliosios frezavimo staklės. Pagrindinės sudėtinės dalys yra stovas, suklio galvutė, kreipiamosios, stalas ant kurio tvirtinamas ruošinys, greičių dėžė, pastūmų dėžė, varikliai, įrankių dėtuve (2.69 pav.).

Tekinimo PV staklės, kaip ir įprastinės, turi stovą, suklio galvutę, galinę atramą (arkliuką), suportą, kreipiamąsias, griebtuvą ir kitas sudedamąsias dalis (2.70 pav.).

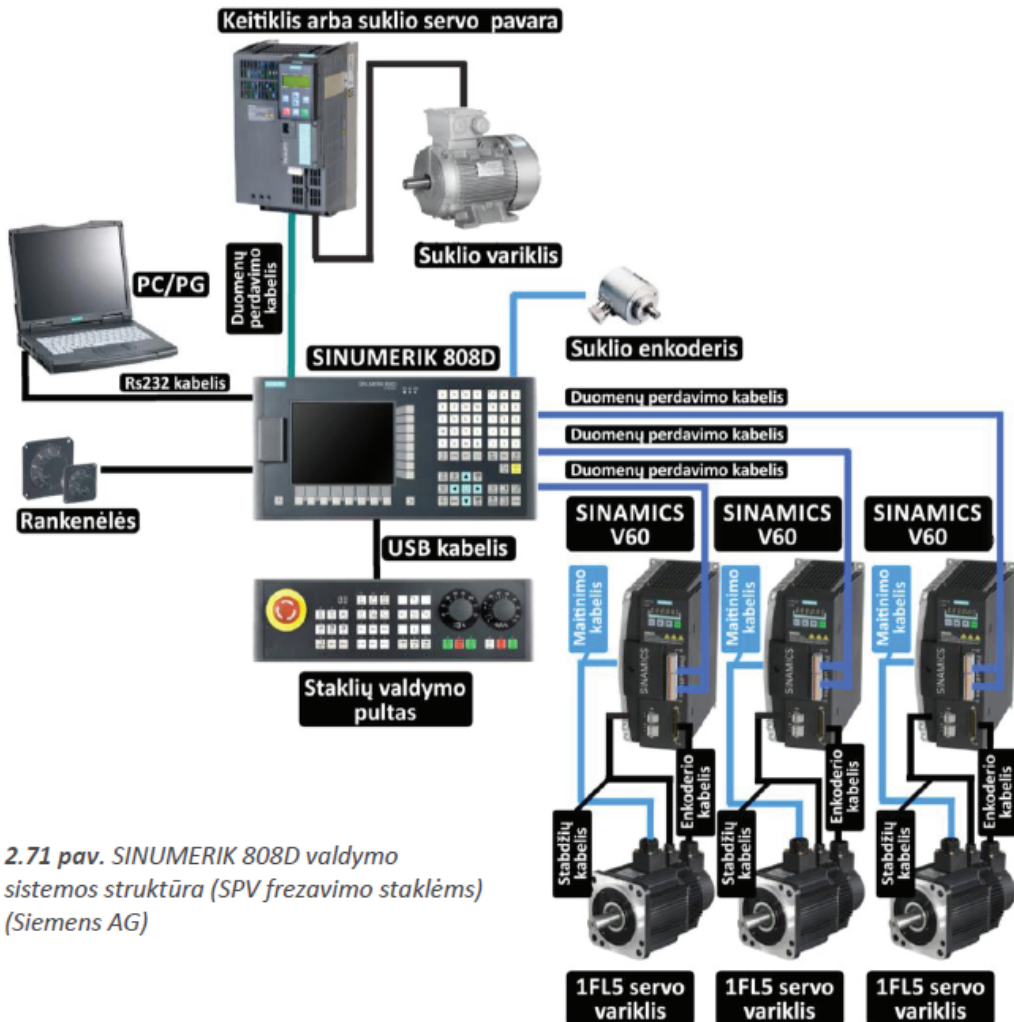


2.70 pav. Tekinimo PV staklių L44 (Optimum Maschinen Germany GmbH) pagrindinės sudėtinės dalys: 1 – griebtuvas, 2 – signalinė lempa; 3 – valdymo pultas; 4 – avarinio stabdymo mygtukas; 5 – rankinės eigos Z ašimi smagratis, 6 – pedalas griebtuvo atleidimui/užspaudimui, 7 – revolverinė galvutė, 8 – arkliukas, 9 – X ir Z ašių eigos valdymo svirtis, 10 – rankinės eigos X ašimi smagratis, 11 – stovas, 12 – suportas, 13 – išilginės kreipiamosios, 14 – suklio galvutė

Šiuolaikinės PV staklės ir apdirbimo centrai yra komplektuojami su visa eile jiems būdingų papildomų įrenginių, kurie buvo išvardinti 2.2.1 skyriuje. Apdirbimo centrų

našumui padidinti naudojamos revolverinių galvūčių saugyklos, skirtos vienam ar keliems apdirbimo centrams. Saugykloje esančiose revolverinėse galvutėse įrankiai komplektuojami ir tvirtinami iš anksto pagal numatomą apdirbamųjų detalių nomenklatūrą. Priklausomai nuo to, kokia detalė bus apdirbama, pagal apdirbimo centro valdymo bloko komandą, reikalinga revolverinė galvutė automatiškai paimama iš saugyklos, transportuojama, pozicionuojama ir įtvirtinama apdirbimo centro suklyje.

Tekinimo PV staklės, lyginant su frezavimo PV staklėmis, dažniausiai turi daugiau papildomos programiniu būdu valdomos įrangos. Dažnos iš jų turi papildomą griebtuvą, todėl yra galimybė apsukti ir apdirbti detalę iš abiejų pusių. Atpjautoms nuo strypo detalėms naudojamos detalių gaudyklės. Tekinimo staklėmis dažniausiai apdirbami strypai, todėl jos aprūpinamos strypų tiekimo įrenginiais. Staklių hidrauliniai ir pneumatiniai griebtuvai valdomi ne tik programiškai, bet ir šalia staklių esančiu pedalų. Šiuolaikinių SPV tekinimo staklių revolverinėse galvutėse tvirtinami ne tik tekinimo, ištekinimo ar atpjovimo peiliai, bet ir pirštinės frezos, grąžtai, gilintuvai, plėstuvai,



2.71 pav. SINUMERIK 808D valdymo sistemos struktūra (SPV frezavimo staklėmis) (Siemens AG)

sriegikliai, galintys suktis apie savo ašį ir būti nukreipiami lygiagrečiai, statmenai arba reikalingu kampu ruošinio sukimosi ašiai.

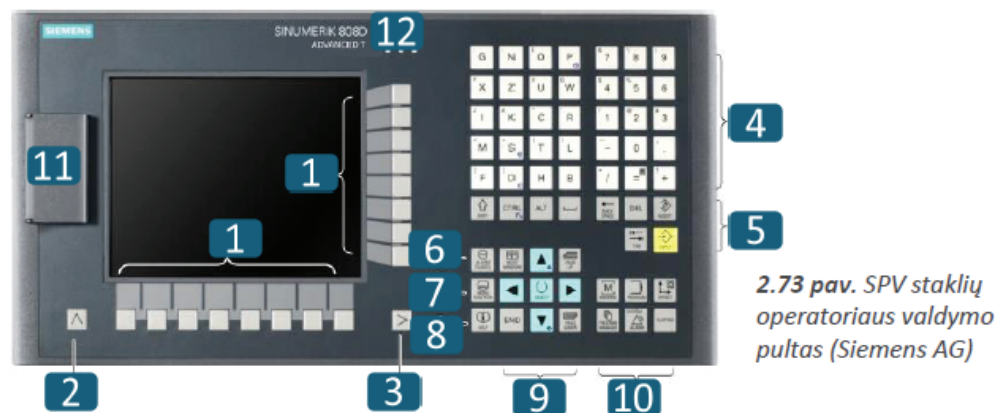
Pagrindinė dalis, kuri skiria SPV stakles nuo įprastinių universaliųjų staklių, yra programinio valdymo įrenginys, kuriuo valdomi staklių ašių servovarikliai ir kitos staklių funkcijos. Šiuolaikinėse SPV staklėse pastūmų ir suklio sukimo judesio pavarose dažniausiai naudojami servovarikliai, užtikrinantys tolygų nenutrūkstamą judesį ir pastovų greitį. Dar vienas ypatumas, skiriantis SPV stakles nuo įprastinių staklių yra tas, kad SPV staklių darbo zona yra visiškai atitverta nuo operatoriaus.

Tipinės programinio valdymo sistemos leidžia tekinimo PV staklėse valdyti dvi ašis, o frezavimo PV staklėse – tris ašis. Dauguma programinio valdymo sistemų gamintojų leidžia pasirinkti patobulintas sistemas: tekinimo PV staklėse valdyti tris ašis, frezavimo – keturias ašis (pvz., SINUMERIK 808D, SINUMERIK 808 ADVANCED, SINUMERIK 828D, FANUC 30i ir kitos valdymo sistemos). 2.71 paveiksle pateikta SINUMERIK 808D valdymo sistemos struktūrinė schema.



2.72 pav. Mygtukų išdėstymas operatoriaus valdymo pulte: a) horizontalus; b) vertikalus (Siemens AG)

SPV staklių valdymo įrenginys sujungtas su operatoriaus valdymo pultu. Jame yra ekranas ir vertikaliai arba horizontaliai išdėstyti mygtukai (2.72 pav.).



2.73 pav. SPV staklių operatoriaus valdymo pultas (Siemens AG)

Mygtukai valdymo pulto skydelyje grupuojami pagal atliekamus veiksmus (2.73 pav.). To paties staklių gamintojo skirtingose SPV staklėse valdymo pultų skydeliai skiriasi palyginti nedaug, tačiau būna specifinių mygtukų, būdingų tik konkrečios modifikacijos staklėms.

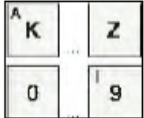
Naudojant firmos „Siemens“ valdymo sistemas „SINUMERIK 808D“, „SINUMERIK 808A ADVANCED“ ir „SINUMERIK 828D“, SPV staklių valdymo pultuose esami mygtukai ir jų paskirtys pateiktos 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. SPV staklių valdymo pulto mygtukų paskirtys

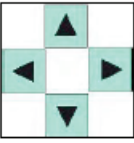
1	Vertikalūs ir horizontalūs mygtukai. Iškviečia specifines meniu funkcijas
2	Grąžinimo mygtukas. Grąžina į sekančio aukštesnio lygio meniu
3	Meniu išplėtimo mygtukas. Atidaro kitą žemesnio lygio meniu, arba naršo tarp to paties lygio meniu
4	Abėcėlės ir skaičių mygtukai
5	Valdymo mygtukai
6	Signalą atšaukiantis mygtukas. Atšaukia signalus ir pranešimus, pažymėtus atitinkamu simboliu
7	Meniu funkcinis mygtukas. Nuosekliai nurodo pagrindines eksploataavimo ir darbo procedūras
8	Pagalbos mygtukas. Iškviečia pagalbos informaciją
9	Naršymo mygtukai
10	Darbo zonos mygtukai
11	USB sąsaja
12	Staklių būsenos lemputės – indikatoriai (LED)

Papildoma informacija apie atskirų mygtukų ir jų kombinacijų panaudojimą firmos „Optimum“ SPV tekinimo ir frezavimo staklėse pateikta 2.2 lentelėje.

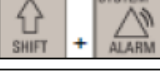
2.2 lentelė. Staklių valdymo pulto mygtukais atliekamos komandos

Mygtuko paskirtis	Mygtuko bendras vaizdas	Aprašymas
1	2	3
Abėcėlės ir skaičių mygtukai		Abėcėlės ir skaičių mygtukai. Naudojami įvedant simbolius ir PV komandas

2.2 lentelės tęsinys

1	2	3
		Norint įvesti abėcėlės / skaičiaus mygtuko viršutinį simbolį, šis mygtukas laikomas nuspauostas kartu su norimu įvesti raidžių arba skaičių mygtuku
		Kartu paspaudus <CTRL> ir šį mygtuką, galima užfiksuoti vaizdą ekrane
		Kartu paspaudus <CTRL> ir šį mygtuką, galima išsaugoti sukurtą programą
		Kartu paspaudus <CTRL> ir šį mygtuką, galima rodyti iš anksto numatytus vaizdus ekrane
		Paspaudus šį mygtuką, papildomai iškviečiamas skaičiuotuvas
		Naršymo mygtukai. Žymeklis aukštyn / žemyn/ kairėn / dešinėn
		➤ Persijungia tarp reikšmių įvedimo lauke. Įveda „Set-up menu“ dialogą paleidžiant PV
		➤ Sekančio lango mygtukas. Nėra funkcijos, priskirtos šiam mygtukui. Rezervas ateičiai
		Pabaigos mygtukas. Perkelia žymeklį į eilutės galą
		Puslapio aukštyn mygtukas. Perkelia žymeklį į viršų meniu ekrane
		Puslapio žemyn mygtukas. Perkelia žymeklį į apačią meniu ekrane
		
		

2.2 lentelės tęsinys

1	2	3
		Valdymo mygtukas. Šis mygtukas gali būti naudojamas su kitu paspaustu mygtuku kaip mygtukų derinio funkcija
		<SHIFT> mygtukas. Skirtas įvesti didžiąją raidę ar simbolį, esantį mygtuko viršutinėje dalyje, spaudžiant mygtuką <SHIFT> kartu su pasirinktu mygtuku
		Alternatyvus mygtukas
		Tarpo mygtukas
		Grįžimo mygtukas. Panaikina simbolį, esantį kairėje prieš žymeklį
		Trynimo mygtukas. Naikina pasirinktą bylą ar simbolį
		Įterpimo mygtukas
		Tarpo (perėjimo) mygtukas. Žymeklį perkelia per kelis simbolius. Pereina tarp įvedimo lauko ir pasirinktos programos pavadinimo
		Įvesties mygtukas. Patvirtina įvestą reikšmę. Atidaro katalogą arba programą
		Paspaudus šį mygtuką, atidaroma „Pavojaus signalo“ darbo zona
		Šių mygtukų derinys spaudžiamas norint atidaryti sistemos duomenų valdymo darbo zoną
		Atidaro „Staklių“ darbo zoną
		Atidaro „Programos“ darbo zoną
		Atidaro „Kompensavimo“ („Offset“) darbo zoną

2.2 lentelės tęsinys

1	2	3
		Atidaro „Programos“ darbo zoną
		Leidžia praplėsti vartotojo galimybes, pavyzdžiui, sukurti vartotojo dialogą naudojantis Easy X Language funkcija
		LED „POK“ Šviečia žaliai: įjungtas SPV staklių maitinimas
		LED „RDY“ Šviečia žaliai: SPV staklės paruoštos darbui. Šviečia oranžine spalva: ➤ įjungtas: programinis loginis valdiklis (PLV) yra stabdymo režime, ➤ mirksi: PLV yra įjungimo režime. Šviečia raudonai: SPV staklės stabdymo režime
		LED „TEMP“ Nešviečia: SPV temperatūra yra nurodytose ribose. Šviečia oranžine spalva: SPV temperatūra viršija leistinas ribas
USB sąsaja		Sujungia su USB įrenginiu, pavyzdžiui: ➤ sujungia su išorine USB atmintine duomenų perdavimui tarp USB atmintinės ir SPV, ➤ galima prijungti išorinę USB klaviatūrą kaip papildomą išorinę PV klaviatūrą

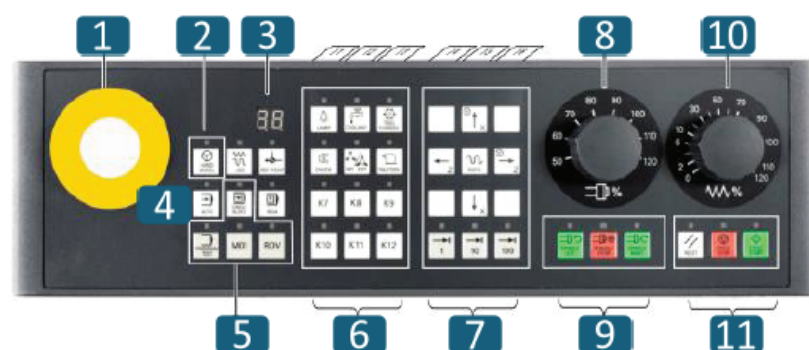
Darbo saugumui užtikrinti staklių gamintojai vengia didelių skirtumų išdėstant mygtukus ir jungiklius staklių valdymo pulte. Dauguma jų skirti panašioms veiksmams atlikti. Staklių valdymo pulte mygtukai ir jungikliai taip pat gali būti išdėstyti horizontaliai ir vertikaliai (2.74 pav.).



2.74 pav. Mygtukų ir jungiklių išdėstymas staklių valdymo pulte: a) horizontalus; b) vertikalus (Optimum Maschinen Germany GmbH)

2.75 paveiksle pateikta firmos „Optimum“ SPV staklių valdymo pultas su sugrupuotais valdymo ir nustatymo mygtukais ir jungikliais. Kitų gamintojų SPV staklėse gali būti ir

kitokios paskirties mygtukų bei jungiklių, tačiau dauguma jų skirti panašioms veiksmams atlikti.



2.75 pav. SPV staklių valdymo pultas (Optimum Maschinen Germany GmbH)

2.3 lentelė. SPV staklių valdymo pulto mygtukų ir jungiklių paskirtis

1	Vieta avarinio staklių stabdymo mygtukui. Avarinio stabdymo mygtuką aktyvuoti tik tais atvejais, kai ➤ gyvybei gresia pavojus; ➤ esant realiam pavojui, kad staklės arba detalė bus sugadinti
2	Smagračio mygtukas. Valdo staklių ašių judėjimą su išoriniais valdymo smagračiais
3	Įrankių skaičiaus atvaizdavimas. Rodo esamų įrankių skaičių
4	Darbo režimo mygtukai
5	Programos valdymo mygtukai
6	Operatoriaus nustatymų funkcijų mygtukai
7	Staklių ašių eigos mygtukai
8	Suklio sūkių valdymo jungiklis
9	Suklio valdymo mygtukai
10	Pastūmos valdymo jungiklis. Pasirinktos staklių ašies judėjimas nurodytos pastūmos dydžiu
11	Programos paleidimo, sustabdymo ir pakartotino nustatymo mygtukai

Naudojant firmos „Siemens“ valdymo sistemas „SINUMERIK 808D“, „SINUMERIK 808 ADVANCED“ ir „SINUMERIK 828D“, SPV staklių valdymo pultuose sutinkami mygtukai ir jungikliai bei jų paskirtys pateiktos 2.3 lentelėje.

Papildoma informacija apie atskirų mygtukų ir jungiklių bei jų kombinacijų panaudojimą firmos „Optimum“ SPV tekinimo ir frezavimo staklėse pateikta 2.4 lentelėje.

2.4 lentelė. Staklių valdymo pulto mygtukais atliekamos komandos

Mygtuko paskirtis	Mygtuko bendras vaizdas	Aprašymas
1	2	3
		Darbo režimas „JOG“ (rankinis darbo režimas)
		Darbo režimas „ATSKAITOS TAŠKAS“ (atskaitos taško priartinimas)
		Darbo režimas „AUTO“ (automatinis darbo režimas)
		Darbo režimas „MDA“ (trumpos programos aktyvavimas). Rankinis programos įvedimas, automatinis vykdymas
		Programos testo mygtukas. Panaikina ašių ir suklio įvedimo reikšmes. Kontrolės sistema tikrai „imituoja“ stalo judesius tam, kad patikrinti programos teisingumą
		Sąlyginis stabdymo mygtukas. Sustabdo programą ties kiekvienu bloku, kuriame užprogramuotos M01 funkcijos
		Greitojo valdymo (reguliavimo) mygtukas. Ignoruoja užduotą pastūmos atitinkama ašimi reikšmę
		Atskiros bloko mygtukas. Aktyvuojamas atskiros bloko vykdymo režimas
		Paspaustas šis mygtukas įjungia / išjungia apšvietimą bet kuriame darbo režime. LED įjungtas: apšvietimas yra įjungtas. LED išjungtas: apšvietimas yra išjungtas
		Paspaustas šis mygtukas įjungia / išjungia aušinimo skysčio tiekimą bet kuriame darbo režime. LED įjungtas: aušinimo skysčio tiekimas įjungtas. LED išjungtas: aušinimo skysčio tiekimas išjungtas

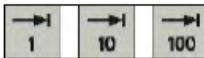
2.4 lentelės tęsinys

1	2	3
		Paspauštas ŗis mygtukas duoda komandą nuosekliam įrankių keitimui (aktyvus tik „JOG“ režime). LED įjungtas: staklės pradeda nuoseklų įrankių keitimą. LED išjungtas: staklės sustabdo nuoseklų įrankių keitimą
		Paspauštas ŗis mygtukas bet kuriame darbo režime aktyvuoja ruošinio užspaudimą / atleidimą griebtuve (SPV tekinimo staklėse). LED įjungtas: aktyvuoja griebtuvą ruošinio užspaudimui. LED išjungtas: aktyvuoja griebtuvą ruošinio atleidimui
		Ŗį mygtuką galimą paspausti tik sukliui pilnai sustojus (SPV tekinimo staklėse). LED įjungtas: aktyvuoja išorinį griebtuvą užspausti ruošinį iš vidaus. LED išjungtas: aktyvuoja vidaus griebtuvą užspausti ruošinį išorėje
		Paspauštas ŗis mygtukas bet kuriame darbo režime duoda komandą arkliuko išstūmimui / įtraukimui. LED įjungtas: arkliukas išstumiamas link ruošinio tol, kol jis tvirtai įsiremia į ruošinio galą
		Paspauštas ŗis mygtukas įjungia arba išjungia rankinį įrankio keitimą. Rankinis įrankio keitimas įmanomas tik tada, kai staklių apsauginės slankiojančios duris atviros
		Staklių apsauginių durų valdymo mygtukas. Kai visomis ašimis nėra judesių ir suklys nesisuka, paspaudus ŗį mygtuką, atrakinamos apsauginės durys. LED įjungtas: apsauginės durys atrakintos. LED išjungtas: apsauginės durys užrakintos
		Įrankių dėtuvės sukimasis laikrodžio rodyklės kryptimi (aktyvus tik „JOG“ režime). Paspaudus ŗį mygtuką, įrankių dėtuvė sukasi pagal laikrodžio rodyklę (SPV frezavimo staklėse). LED įjungtas: įrankių dėtuvė sukasi pagal laikrodžio rodyklę. LED išjungtas: įrankių dėtuvė nustoja suktis pagal laikrodžio rodyklę

2.4 lentelės tęsinys

1	2	3
		Įrankių dėtuovės sukimasis prieš laikrodžio rodyklės kryptį (aktyvus tik „JOG“ režime). Paspaudus šį mygtuką, įrankių dėtuovė sukasi prieš laikrodžio rodyklę (SPV frezavimo staklėse). LED įjungtas: įrankių dėtuovė sukasi prieš laikrodžio rodyklę. LED išjungtas: įrankių dėtuovė nustoja sukis prieš laikrodžio rodyklę
		Įrankių dėtuovės priartėjimas prie atskaitos taško (aktyvus tik „JOG“ režime). Paspaudus šį mygtuką, įrankių dėtuovę priartina prie atskaitos taško (SPV frezavimo staklėse). LED įjungtas: įrankių dėtuovės atskaitos taškas pasiektas. LED išjungtas: įrankių dėtuovė dar nėra pažymėta
		X ašies mygtukas. Judėjimas teigiama X ašies kryptimi
		X ašies mygtukas. Judėjimas neigiama X ašies kryptimi
		Z ašies mygtukas. Judėjimas neigiama Z ašies kryptimi
		Z ašies mygtukas. Judėjimas teigiama Z ašies kryptimi
		Y ašies mygtukas (SPV frezavimo staklėse). Judėjimas teigiama Y ašies kryptimi
		Y ašies mygtukas (SPV frezavimo staklėse). Judėjimas neigiama Y ašies kryptimi
		Greito perėjimo mygtukas. Judėjimas pasirinkta ašimi greitąja eiga spaudžiant atitinkamos ašies mygtuką
		Neaktyvus mygtukas. Šiam mygtukui nepriskirta jokia funkcija

2.4 lentelės tęsinys

1	2	3
Staklių ašių eigos mygtukai		Pastūmų reikšmių didinimo mygtukai (su LED būsenos indikatoriais). Nustato norimą padidėjimą pasirinktos ašies judesiui
		Įjungia suklio sukimąsi prieš laikrodžio rodyklę
		Sustabdo sukį
		Įjungia suklio sukimąsi pagal laikrodžio rodyklę
		Sustabdo apdirbimo programų vykdymą
		Paleidžia apdirbimo programų vykdymą
		Atstato programas arba atšaukia visas komandas

Operatoriaus valdymo pulto ekrane rodomos detalių apdirbimo programos, staklių ašių padėties, įrankių koordinatės, įrankių trajektorijos ir kita informacija (2.76 pav.). Taip pat jame rašomos naujos programos, redaguojamos esamos programos, yra kalbos pasirinkimo galimybė, atvaizduojama diagnostikos sistemos informacija ir pan.

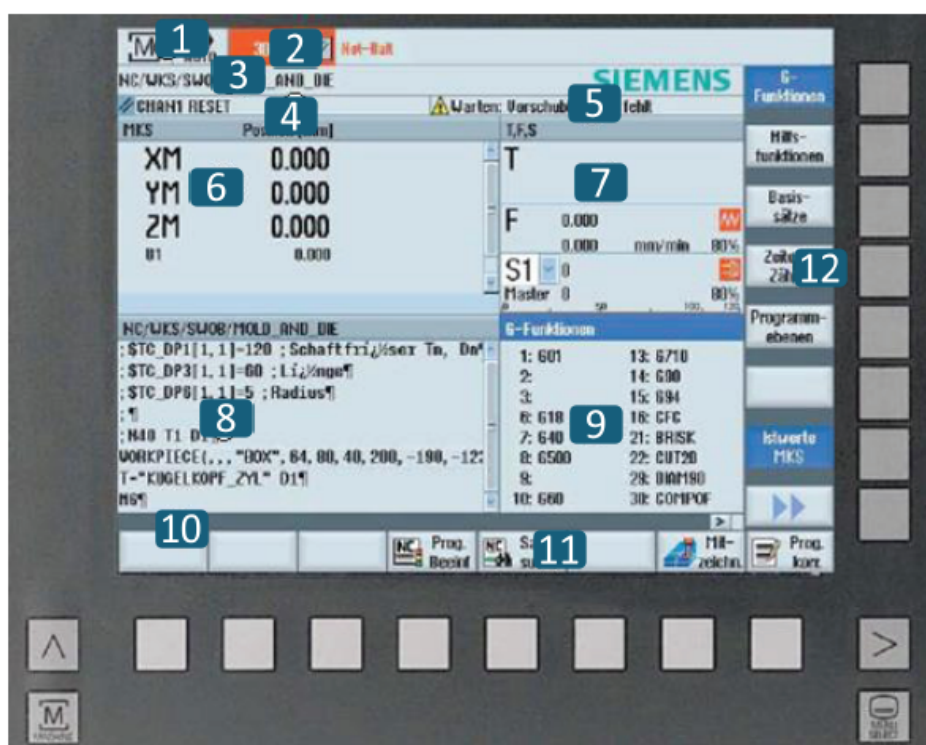
Tipinė SPV staklių operatoriaus valdymo pulto ekrano informacija pateikta 2.5 lentelėje.

2.5 lentelė. Operatoriaus valdymo pulto ekrano informacija

1	2
1	Aktyvi darbo zona ir darbo režimas
2	Įspėjimas / pranešimo eilutė
3	Programos pavadinimas
4	Programos būsenos indikacija
5	Informaciniai darbo aplinkos pranešimai
6	Staklių ašių padėčių koordinatinių reikšmės

2.5 lentelės tęsinys

1	2
7	Informacija apie aktyvų įrankį (T), esamą pastūmą (F), apsisukimų skaičių (S), suklio sūkių skaičiaus panaudojimą procentais
8	Apdirbimo programos langas
9	Aktyvių G kodų (paruošimo komandų), visų G kodų, skirtingų funkcijų įvedimo (pavyzdžiui, praleidžiami blokai, programos valdymas) langas
10	Dialogo eilutė papildomai informacijai pateikti
11	Horizontali programuojama juosta
12	Vertikali programuojama juosta



2.76 pav. SPV staklių valdymo pulto ekrano vaizdas

Kitų gamintojų staklėse gali būti ir kitokios paskirties mygtukų ir jungiklių, tačiau dauguma jų skirti panašioms staklių funkcijoms valdyti.

Daugelyje SPV staklių yra numatytas nuotolinio valdymo pultas, kuriuo operatorius gali vykdyti tam tikrus staklių veiksmus (pvz., nuspaušti avarinio stabdymo mygtuką ir sustabdyti stakles) būdamas toliau nuo darbo vietos (2.6 lentelė).

2.6 lentelė. Staklių operatoriaus nuotolinio valdymo pulto mygtukų paskirtis

	Poz. Nr.	Paskirtis	Aprašymas	
	1	Sukamasis jungiklis	Valdomų ašių parinkimo jungiklis, skirtas pasirinktos ašies valdymui	
	2	Sukamasis jungiklis	Pastūmų greičių parinkimo jungiklis	
	3	Smagratis	Atskirų valdomų ašių eigos smagratis	
	4	Avarinio stabdymo mygtukas	Avarinio stabdymo mygtukas išjungia SPV stakles	
	5	Patvirtinimo mygtukas	Kai staklių stumdomos durys yra atidarytos nustatymo režime, būtina įjungti patvirtinimo mygtuką tam, kad būtų įmanomas atskirų valdomų ašių judėjimas	
	6	Pavaros įtampa įjungta	Įjungia servovariklių valdymo grandinę	
		Rakto jungiklis	Apsauginis jungiklis įjungti arba išjungti įrankių nustatymo operaciją	
			0	Nustatymų režimas negalimas. Galimas tik SPV programinis apdorojimas
			1	Nustatymų režimas aktyvuotas

2.4. Įrankių tvirtinimo įtaisai

Pjovimo įrankių tvirtinimo įtaisai – laikikliai turi iš esmės atlikti tris užduotis. Tai įrankio vietos užtikrinimas, pjovimo judesio perdavimas ir pjovimo jėgų priėmimas.

Įrankiai staklėse gali būti tvirtinami šiais būdais: standžiais sujungimais, frikciniiais (įvarža trintimi) ir kombinuotais sujungimais. Standūs sujungimai realizuojami panaudojant pleištus, kaiščius ir kitus standžius elementus. Užmaunamieji įrankiai gali būti tvirtinami išilginiu pleištu ant cilindrinio spraudiklio. Įstatomieji įrankiai tvirtinami

įveržiamu kūgiu, kūgiu ir galiniu pleištu, kaištiniu fiksatoriumi, kūgiu su letenėle. Įstatomųjų įrankių, tvirtinamų greitai keičiamuose griebtuvuose, cilindrinės kotų dalys daromos su įvairios formos įpjovomis, grioveliais ir kitais konstrukciniais elementais.

Žemiau esančioje 2.7 lentelėje nurodyti naudojami tvirtinimo įtaisai pjovimo įrankiams.

2.7 lentelė. Pjovimo įrankių tvirtinimo įtaisai universaliosiose staklėse

Operacijos pavadinimas	Tvirtinimo įtaisai įrankiams
Gręžimas	Trijų kumštelių gręžimo griebtuvas Greitojo tvirtinimo gręžimo griebtuvas Grąžtas su kūginiu kotu ir grąžto kotas su atitinkamu vidiniu kūgiu Grąžtas su kūginiu laikikliu ir grąžto kotas su atitinkamu vidiniu kūgiu
Sriegimas	Dviejų kumštelių sriegimo griebtuvas Sriegimo įrenginys su reversavimo mechanizmu Sriegimo griebtuvas Sriegiklio laikiklis
Frezavimas	Tvirtinimo spyruokliuojančioji įvorė frezos kotui Užmaunamos frezos Pirštinių frezų laikiklis Frezos kūginis kotas panaudojant traukimo antgalį
Šlifavimas	Šlifavimo disko įtvirtinimas tiesiai ant šlifavimo staklių veleno
Tekinimas	Peilių įtvaras Revolverinės galvutės lizdas

Mažo skersmens įrankių (pvz., grąžtų) cilindriniai kotai daromi be papildomų elementų sukimo momentui perduoti. Rankiniai sriegikliai ir rankiniai plėstuvai tvirtinami kvadratinio koto galu. Kūginiai įrankių kotai naudojami, kai reikia perduoti didelį sukimo momentą. Įrankių kūginių kotų matmenys turi būti taip apskaičiuoti, kad staklių sukimo momentą perduotų įrankiui trintimi. Kūgio letenėle neleidžiama perduoti sukimo momento. Ji reikalinga įrankiui išstumti iš suklio skylės.

Kiekvienas staklių gamintojas dažniausiai naudoja vienodos sistemos laikiklius visiems savo gaminamiems staklių modeliams, tačiau laikiklių dydžiai gali skirtis priklausomai nuo staklių dydžio arba modelio.

2.4.1. Tvirtinimo įtaisai tekinimo įrankiams

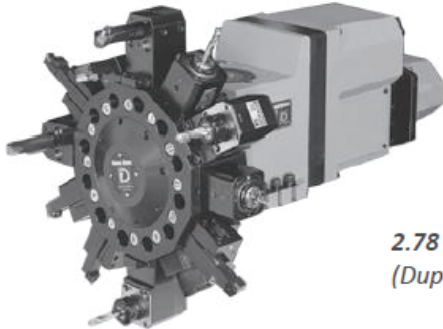
Pagrindiniai tekinimo staklių pjovimo įrankiai yra peiliai: išorinio tekinimo, atpjovimo, ištekinimo ir pan. Universaliosiose tekinimo staklėse pjovimo įrankiai tvirtinami suporto

keturių pozicijų laikiklyje (2.77 pav.). Apdirbant detalę, šis įtvaras gali turėti pastūmas išilgine, skersine arba įstriža kryptimi.

2.77 pav. Keturių pozicijų laikiklis tekinimo peiliams tvirtinti (PracticalMachinist.com)



Revolverinėse tekinimo staklėse pjovimo įrankiai tvirtinami suporto revolverinės galvutės lizduose. Pjovimo įrankiai išdėstomi apdirbimo technologine tvarka. Karuselinėse tekinimo staklėse pjovimo įrankiai tvirtinami vertikaliuosiuose ir šoniniame suportuose. SPV tekinimo staklėse tekinimo peiliai tvirtinami revolverinėje galvutėje ne tiesiogiai, o specialiuose laikikliuose, kurie įstatomi į revolverinės galvutės lizdą (2.78 pav.).



Įrankių laikiklių forma priklauso nuo įrankio koto geometrijos ir paskirties. Laikiklio tvirtinimo tipas bei dydis revolverinės galvutės lizde priklauso nuo staklių konstrukcijos, galios ir techninių galimybių (aktyvių įrankių, rankinio ar automatizuoto tvirtinimo).

2.78 pav. SPV tekinimo staklių revolverinė galvutė (Diplomatic Automation Srl)

Pjovimo įrankiai į revolverinės galvutės lizdus statomi taip, kad jų numeriai sutaptų su įrankių adresų reikšmėmis, nurodytomis valdymo programoje.

PRAKTINIAI PATARIMAI:

prieš sandėliuojant laikiklius, reikia nusausti emulsijos likučius.

2.4.2. Tvirtinimo įtaisai frezavimo įrankiams

Frezavimo SPV staklėse ir apdirbimo centruose, skirtingai nuo tekinimo SPV staklių ir centrų, įrankiai tvirtinami ne pasukamoje revolverinėje galvutėje, o sudedami į įrankių dėtuve. Iš jos reikalingi įrankiai, naudojant keitimo mechanizmo manipuliatorių, įstatomi į vienintelį visiems įrankiams sukly. Jeigu nėra įrankių keitimo mechanizmo, tokiu atveju suklio galvutė nusileidžia ant įrankio laikiklio. Kadangi visiems įrankiams naudojamas vienas suklys, todėl įrankių tvirtinimo dalis turi būti vienoda. Tai galima pasiekti įrankių laikikliais, kurie yra tarpinė grandis tarp įrankio ir suklio.

Įrankio laikiklio dalies, kuri įstatoma į sukly, matmenys yra standartizuoti, o laikiklio dalis, kurioje tvirtinamas įrankis, gali būti įvairių konstrukcijų.

PRAKTINIAI PATARIMAI:

prieš naudojant įrankio laikiklį, reikia įvertinti jo būklę, išvalyti suspaustu oru įrankio tvirtinimo elementus bei laikiklio tvirtinimo suklyje kūginę dalį.

SPV frezavimo staklių ir apdirbimo centrų įrankių laikiklių koto matmenys priklauso nuo staklių modelio. Šiuo metu plačiausiai yra naudojami SK, HSK, BT, CAT tipų įrankių laikikliai (2.79 pav.).

2.79 pav. Įrankių laikiklių tipai: a) SK laikiklis (Laip, S.A.), b) HSK laikiklis su įstatyta freza (Seco tools), c) BT 40 laikiklis (Maritool), d) CAT 40 laikiklis (Techniks, Inc.)



2.80 pav. Kūginis tvirtinimo kotas frezai (Gehring Technologies GmbH)

Frezavimo įrankių tvirtinimo dalis turi įrankį tiksliai bazuoti ir perduoti dideles pjovimo jėgas. Vienas iš tokių įrankio tvirtinimo dalių yra kūginis kotas, skirtas įrankiui tvirtinti ir pjovimo jėgoms perduoti. Sujungimas kūginiu kotu yra labai stabilus. Toks įrankis gali būti greitai ir lengvai pakeistas tiek rankomis, tiek automatiškai. Dėl didelio kontaktinio paviršiaus ploto, sukimo momentas

įrankiui perduodamas stabiliai.

Laikiklyje frezos dažniausiai bazuojamos vidine skyde, o tvirtinamos varžtu arba sraigtu.

Frezavimo įrankiai su kotu tvirtinami cilindrine ar kūgine skyde arba panaudojant tvirtinimui spyruokliuojančiąją įvorę (2.80 ir 2.81 pav.).

Tvirtinant cilindrine arba kūgine skyde, sukimo momentas įrankiui perduodamas per išilginį arba galinį pleištą ir dėl to įrankiai daromi su pleišto grioveliais.

Galinės frezos, skirtos plokštumų frezavimui, taip pat gali būti tvirtinamos užspaudžiant



2.81 pav. Tvirtinimo spyruokliuojančioji įvorė ir įveržimo veržlė (Techniks Industries)



spyruokliuojančioje įvorėje, kūginiu kotu arba užmaunant ant frezos laikiklio ir prispaudžiant veržlę (2.82 pav.).

2.82 pav. Užmaunamas frezos laikiklis su prispaudimo veržle (Gehring Technologies GmbH)

Weldon tipo įspraustinės pjovimo įrankiams tvirtinti gaminamos su aušinimo kanalais ir pasižymi labai mažu radialiniu mušimu (2.83 pav.). Be to, numatyta speciali anga mikroschemai įrankio parametrų fiksavimui ir išsaugojimui.



2.83 pav. Weldon įspraustinė su HSK tvirtinimo kūgiu (Hoffmann Group)

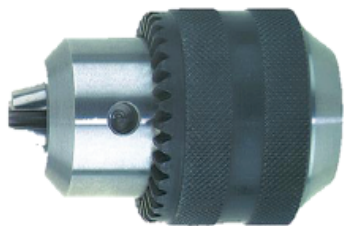
SPV frezavimo staklėse ir apdirbimo centruose įrankiai keičiami įvairiai. Jie gali būti keičiami keitimo manipulatoriumi, arba pats suklys nusileidžia ant įrankių dėtuovės lizdo ir įrankio laikiklio kūginė tvirtinimo dalis įeina į suklio kūginę skylę. Po to, specialus mechanizmas, esantis suklio viduje, suima įrankio laikiklį ir įtraukia jį į suklio vidų. Tokiu būdu įrankis yra ne tik įtvirtinamas, bet ir centruojamas. Įtraukimo eiga yra ribojama tam skirta atrama.

PRAKTINIAI PATARIMAI:

prieš naudojant ar sandėliuojant spyruokliuojančiasias įvoves, jas reikia kruoščiai išvalyti ir patikrinti.

2.4.3. Tvirtinimo įtaisai gręžimo, gilinimo, plėtimo įrankiams

Spiralinis grąžtas, kurio skersmuo yra mažesnis negu 10 mm, turi cilindrinį kotą. Tvirtinant šį grąžtą, būtinas trijų kumštelių gręžimo griebtuvas (2.84 pav.). Įrankio tvirtinimas vyksta gręžimo griebtuve per krumplinį vainiką, kuris yra pasukamas su specialiu griebtuvo raktu. Krumplinis vainikas ir raktas yra standartizuoti, todėl užtikrinamas pakeičiamumas.



2.84 pav. Trijų kumštelių gręžimo griebtuvas (Gehring Technologies GmbH)

Greitojo tvirtinimo gręžimo griebtuve grąžtas gali būti tvirtinamas užveržiant rankomis (2.85 pav.). Sumažėja įrankio užspaudimo jėga, tačiau sutrumpėja laikas įrankio tvirtinimui.



2.85 pav. Greitojo tvirtinimo gręžimo griebtuvas (Gehring Technologies GmbH)

SPV staklėse, skirtingai negu universaliosiose staklėse, įrankio tvirtinimui dažniausiai naudojamas kūginis laikiklis (2.86 pav.). Jis užtikrina įrankio centravimą teisingoje padėtyje.



2.86 pav. Kūginis laikiklis (Gehring Technologies GmbH)

Gilintuvus gamyboje tenka dažnai keisti, todėl jie turi būti greitai įtvirtinami staklėse ir tiksliai centruojami suklyje. Įstatomieji gilintuvai tvirtinami kūginiu kotu, o užmaunamieji – ant spraudiklio. Mažo skersmens mašininiai plėštuvai tvirtinami cilindrinio kotu griebtuve, o didesnio skersmens – kūginiu kotu staklių suklyje. Rankinių plėštuvų kotų galai būna kvadratiniai.

2.4.4. Tvirtinimo įtaisai sriegimo įrankiams



2.87 pav. Dviejų kumštelių sriegimo griebtuvas (Gehring Technologies GmbH)

Staklėse galima tiksliai kontroliuoti sriegio formavimo pastumą sriegikliui jam įsisukant ir išsisukant iš skylės, naudojant dviejų kumštelių griebtuvą. (2.87 pav.) Tinkamai parinktas sriegiklio sukimosi dažnis ir apsauginė mova leidžia išvengti įrankio lūžimų.



Stalinėms ir stacionarioms staklėms, kurios gali dirbti su rankine pastuma, o staklių suklys neturi reversavimo mechanizmo, galima naudoti reversinius sriegimo griebtuvus (2.88 pav.). Griebtuvo konstrukcijoje numatyta apsauginė mova sriegimo metu apsaugo sriegiklį nuo lūžimo.

2.88 pav. Reversinis sriegimo griebtuvas (Hoffmann Group)

Staklėms, turinčioms reversavimo mechanizmą, gali būti naudojami įprasti (2.89 pav.) ir greitojo tvirtinimo sriegimo griebtuvai (2.90 pav.). Juose taip pat yra apsauginė mova, leidžianti išvengti sriegiklio lūžimo sriegiant.



2.89 pav. Sriegimo griebtuvas (Gehring Technologies GmbH)

2.90 pav. Greitojo tvirtinimo sriegimo griebtuvas (Gehring Technologies GmbH)



Mašininiams sriegikliams fiksuoti tvirtinimo griebtuve sriegiklio kote padarytas apvalios formos griovelis. Rankiniai sriegikliai į laikiklį yra tvirtinami kvadratinio koto galu.

Sriegikliai tekinimo staklėse dažniausiai tvirtinami spyruokliuojančiųjų įvorių ir aktyvių įrankių laikikliuose.

PRAKTINIAI PATARIMAI:

tiksliam apdirbimui rekomenduojama naudoti hidraulinius ar termo įrankių laikiklius.

Prieš dedant įrankį į laikiklį, įvertinti įrankio ir laikiklio būklę.

Prieš padedant įrankį į spintą po atliktos operacijos, įvertinti jo būklę ir tinkamumą tolimesniam naudojimui.