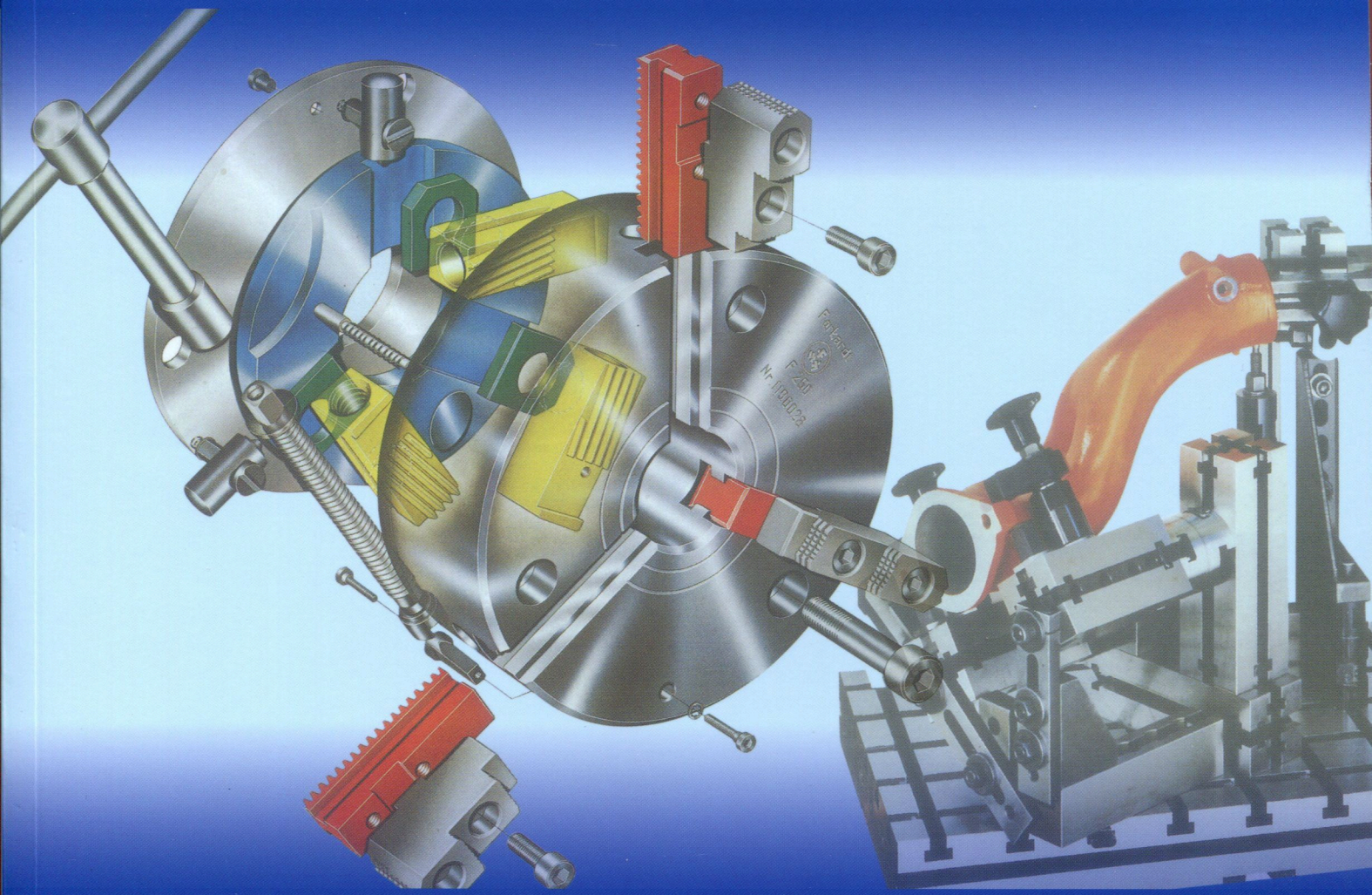


UNIVERZITET U BEOGRADU



Ljubodrag Tanović Milenko Jovičić

ALATI I PRIBORI

Projektovanje, proračuni i konstrukcije
pomoćnih pribora

MAŠINSKI FAKULTET
Beograd, 2015.

UNIVERZITET U BEOGRADU

Ljubodrag Tanović

Milenko Jovičić

ALATI I PRIBORI

**Projektovanje, proračuni i konstrukcije
pomoćnih pribora**

**MAŠINSKI FAKULTET
Beograd, 2015.**

Dr Ljubodrag Tanović, red. prof.
Dr Milenko Jovičić, red. prof. u penziji

ALATI I PRIBORI

Projektovanje, proračuni i konstrukcije pomoćnih pribora
II izdanje

Recenzenti:

Dr Milisav Kalajdžić, red. prof.
Dr Joko Stanić, red. prof. u penziji

Izdavač:

MAŠINSKI FAKULTET
UNIVERZITETA U BEOGRADU
11120 Beograd, Kraljice Marije 16

Za izdavača:

Prof. dr Radivoje Mitrović, dekan

Glavni i odgovorni urednik:

Doc. dr Vladimir Buljak

Odobreno za štampu odlukom Dekana Mašinskog fakulteta u Beogradu
br. 25/2015 od 07.10.2015.

Tiraž: 100 primeraka

Štampa:

Planeta print, Igora Vasiljeva 33r, 11000 Beograd

ISBN 978-86-7083-881-9

Zabranjeno preštampavanje i fotokopiranje
Sva prava zadržava izdavač i autori

PREDGOVOR

Prema nastavnom planu studija na Mašinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu, studenti odseka za proizvodno mašinstvo slušaju u VI i VII semestru (sa fondom časova 2+2 i 2+2 nedeljno) nastavni predmet *Alati i pribori*.

Udžbenik *ALATI I PRIBORI - projektovanje, proračuni i konstrukcije pomoćnih pribora* obuhvata deo predmeta *alati i pribori*, koji se predaje u VI semestru u toku koga studenti rade i jedan samostalni zadatak.

Za ovaj deo predmeta do sada su korišćeni udžbenik [35] i priručnik [21], koji su prvi put štampani pre 35, odnosno 25 godina i u međuvremenu su imali više izdanja.

Novi udžbenik sadrži osam poglavlja (I - VIII). Pri tome je u prva tri poglavlja izložena problematika projektovanja i proračuna pomoćnih pribora, odnosno njihovih osnovnih elemenata. U narednih pet poglavlja prikazani su i analizirani izabrani primeri konstrukcija svih vrsta pomoćnih pribora (specijalni pomoćni pribori, univerzalni i grupni pomoćni pribori, montažno-demontažni pomoćni pribori i fleksibilni pomoćni pribori), koji se primenjuju pri obradi na univerzalnim mašinama alatkama, NCIMA, FTS i agregatnim mašinama alatkama (odnosno automatskim linijama) a koji treba da omoguće studentima uspešnu izradu samostalnog zadatka i pismenog dela ispita.

Mada je prevashodno pisana za potrebe studenata Mašinskog fakulteta u Beogradu, knjigu mogu koristiti i studenti drugih mašinskih fakulteta i viših tehničkih škola u zemlji, kao i inženjeri u praksi koji se bave problematikom projektovanja pomoćnih pribora.

Autori se srdačno zahvaljuju recenzentima prof. dr Milisavu Kalajdžiću i prof. dr Joku Staniću na korisnim primedbama i sugestijama, datim autorima pri pregledu rukopisa knjige.

Beograd, aprila 2005. god.

Autori

PREDGOVOR III IZDANJU

U trećem izdanju, tekstualno nepromenjeno u odnosu na drugo iz 2011.g., ispravljene su primećene greške. Autori se nadaju da će, kao i do sada, ovaj udžbenik omogućiti velikom broju studenata da, pored ostalog, lakše shvate značaj alata i pribora u inženjerstvu.

Beograd, oktobar 2015. god.

Autori

SADRŽAJ

I

UVODNA RAZMATRANJA O POMOĆNIM PRIBORIMA	1
1. Uloga i efekti primene pomoćnih pribora	1
2. Klasifikacija pomoćnih pribora	2
3. Uticajni činioci na izbor konstrukcije pomoćnog pribora	2
4. Uticaj izratka na konstrukciju pomoćnog pribora	3

II

KONSTRUKCIJE I PRORAČUNI ELEMENATA POMOĆNIH PRIBORA	5
1. Osnovni elementi pomoćnih pribora	5
2. Elementi za određivanje položaja obratka u priboru	5
2.1 Šeme određivanja položaja obratka u priboru	7
2.1.1 Određivanje položaja obratka po tri ravne površine	8
2.1.2 Određivanje položaja obratka po dve ravne površine i otvoru	8
2.1.3 Određivanje položaja obratka po dve ravne i jednoj cilindričnoj površini	9
2.1.4 Određivanje položaja obratka po ravnoj površini i dva otvora	10
2.2 Potpuno i delimično određivanje položaja obratka	10
2.3 Elementi za baziranje	12
2.3.1 Elementi za baziranje po ravnim površinama	12
2.3.1.1 Osloni čepovi	12
2.3.1.2 Oslone letve	13
2.3.1.3 Pomoćni oslonci	13
2.3.2 Elementi za baziranje obratka po spoljašnjoj cilindričnoj površini	14
2.3.3 Elementi za baziranje prstenastih i cevastih obradaka po otvoru	14
2.3.4 Čepovi za baziranje obradaka po jednom i dva otvora	15
3. Elementi i mehanizmi za stezanje i proračun sile stezanja	16
3.1 Osnovni zahtevi u odnosu na funkciju stezanja obratka u priboru	16
3.2 Elementi i mehanizmi za ručno stezanje	18
3.2.1 Mehanizam za stezanje zavrtnjem	18
3.2.2 Mehanizmi za stezanje sa ekscentrom	21
3.2.2.1 Kružni ekscentri	21
3.2.2.2 Spiralni ekscentri	24
3.2.3 Mehanizmi za stezanje sa klinom	27
3.2.4 Mehanizmi za stezanje sa polugom	30
3.3 Mehanizmi za centrično stezanje	31
3.3.1 Univerzalne stezne glave	31
3.3.2 Membranski stezači	32
3.3.3 Stezne čaure	34
3.3.4 Stezanje pomoću koničnih i cilindričnih trnova sa preklopom	35

3.3.5 Stezanje pomoću tanjirastih opruga	36
3.3.6 Konični stezni prstenovi	38
3.4 Mehanizovano stezanje	41
3.4.1 Uređaji za pneumatsko stezanje	41
3.4.1.1 Pneumatski cilindri	41
3.4.1.2 Pneumatska komora sa dijafragmom	42
3.4.2 Uređaji za hidrauličko stezanje	44
3.4.3 Uređaji za pneumatsko-hidrauličko stezanje	46
3.4.4 Stezni pribori sa plastičnom masom	47
3.4.5 Elektromagnetno stezanje	50
4. Elementi pribora za dovođenje obratka i alata u radni položaj i vođenje alata pri obradi	50
4.1 Elementi pribora za dovođenje obratka u radni položaj	51
4.2 Elementi za dovođenje alata u radni položaj	51
4.3 Elementi za kružno vođenje alata	51
5. Telo pomoćnog pribora	53
5.1 Osnovni zahtevi u odnosu na konstrukciju tela pribora	53
5.2 Materijal tela i načini izvođenja	54
5.3 Elementi za postavljanje tela pribora na radni sto mašine	55
5.4 Elementi za olakšavanje rada sa priborom (dizanje i pomeranje)	56
6. Elementi za spajanje	56

III

PRORAČUN TAČNOSTI POMOĆNIH PRIBORA	57
1. Statička greška	57
1.1 Greške baziranja	58
1.1.1 Greška baziranja pri oslanjanju po ravnim površinama	58
1.1.2 Greška baziranja pri oslanjanju po spoljašnjim cilindričnim površinama	58
1.1.3 Greška baziranja pri oslanjanju po otvoru	60
1.1.4 Greška baziranja pri oslanjanju po ravnoj površini i dva otvora	61
1.1.5 Greška baziranja pri stezanju u elastičnim čaurama	63
1.2 Greške stezanja (Δ_s)	64
1.3 Greške u nameštanju pomoćnog pribora na sto mašine (Δ_n)	66
1.4 Greške usled netačnosti izrade pojedinih elemenata i njihove montaže u pomoćnom priboru (Δ_p)	66
1.5 Greške uslovljene korišćenjem elemenata za kružno vođenje alata (Δ_k)	67
1.6 Greške geometrijske tačnosti mašine (Δ_m)	68
2. Dinamička greška	68

IV

KONSTRUKCIJE SPECIJALNIH POMOĆNIH PRIBORA	71
1. Specijalni pomoćni pribori za obradu na strugovima	71

1.1 Pomoćni pribori za obradu na strugu sa postavljanjem obratka preko centralnog otvora (obratci oblika čaura).....	71
1.1.1 Pomoćni pribori sa elastičnim čaurama	72
1.1.2 Pomoćni pribor sa čepovima za centriranje i stezanje	73
1.1.3 Pomoćni pribori sa tanjirastim oprugama	74
1.2 Pomoćni pribori za obradu nerotacionih delova	75
1.3 Pomoćni pribori za obradu poprečnih otvora.....	76
1.4 Pomoćni pribori za obradu kućišta ventila.....	78
2. Specijalni pomoćni pribori za obradu na bušilicama	79
2.1 Pomoćni pribori za obradu na bušilicama pri oslanjanju obratka na trn po obrađenom centralnom otvoru.....	79
2.2 Pomoćni pribori za bušenje pri oslanjanju obradaka po spoljašnjoj cilindričnoj površini	84
2.3 Pomoćni pribori za bušenje otvora na polugama	87
2.4 Pomoćni pribori za bušenje sa šarnirnim pločama.....	91
2.5 Pomoćni pribori za bušenje sa više strana	94
2.6 Obrtni pomoćni pribori za bušenje.....	98
2.7 Pomoćni pribori sa brzim stezanjem.....	100
3. Specijalni pomoćni pribori za obradu na glodalicama	106
3.1 Pomoćni pribori za istovremeno stezanje više obradaka cilindričnog oblika	107
3.2 Pomoćni pribori za glodanje čeonih površina pesnica poluga	110
3.3 Pomoćni pribori za glodanje viljuškastih obradaka	115
3.4 Pomoćni pribori za glodanje ravnih površina i žlebova na obracima različitog oblika	117
4. Pomoćni pribori za obradu na mašinama za provlačenje	122

V

KONSTRUKCIJE UNIVERZALNIH I GRUPNIH POMOĆNIH PRIBORA	125
1. Univerzalni i grupni pomoćni pribori za obradu na strugovima	126
1.1 Univerzalni pomoćni pribori za obradu na strugu.....	126
1.2 Grupni pomoćni pribori za obradu na strugu	129
2. Univerzalni i grupni pomoćni pribori za obradu na bušilicama	131
2.1 Univerzalni pomoćni pribori za bušenje	131
2.2 Grupni pomoćni pribori za bušenje.....	133
2.3 Univerzalni i grupni pomoćni pribori za obradu na glodalicama	136
2.3.1 Tipske konstrukcije univerzalnih pomoćnih pribora	136
2.3.2 Primeri primene univerzalnih pomoćnih pribora za glodanje.....	137
2.4 Grupni pomoćni pribori za glodanje	142

VI

UNIVERZALNI MONTAŽNO-DEMONTAŽNI (AGREGATIRANI) POMOĆNI PRIBORI.....	145
1. Osnovne karakteristike univerzalnih montažno-demontažnih (agregatiranih) pomoćnih pribora, efekti i oblasti primene.....	145

1.1 Način gradnje agregatiranih pomoćnih pribora	145
1.2 Teho-ekonomski efekti primene univerzalnih montažno-demontažnih pomoćnih pribora.....	146
1.3 Oblasti racionalne primene sistema UMDP	147
2. Razvoj i tehničke karakteristike sistema UMDP	147
2.1 Kratak osvrt na etape razvoja postojećih sistema UMDP	147
2.2 Tehničke karakteristike savremenih sistema UMDP	148
2.2.1 Sistemi UMDP sa žlebovima	149
2.2.2 Sistemi UMDP sa otvorima	154
3. Način korišćenja sistema UMDP	157

VII

POMOĆNI PRIBORI ZA OBRADU NA NU MAŠINAMA ALATKAMA I FLEKSIBILNIM TEHNOLOŠKIM SISTEMIMA (FTS)	159
1. Osnovne karakteristike pomoćnih pribora za obradu na numerički upravljanim mašinama alatkama i fleksibilnim tehnološkim sistemima	159
2. Vrste konstrukcija pomoćnih pribora, koji se koriste za obradu na NC, CNC i fleksibilnim tehnološkim sistemima	160
2.1 Pomoćni pribori na bazi primene elemenata za postavljanje obratka na radni sto mašine ili osnovnu ploču pribora i mehanizama za stezanje	161
2.1.1 Elementi za lokaciju obratka na radnom stolu mašine.....	161
2.2 Elementi i mehanizmi za stezanje.....	162
2.2 Univerzalni montažno-demontažni pribori sa žlebovima za obradu na NU mašinama alatkama	167
2.2.1 Primeri sistema UMDP sa žlebovima	167
2.3 Sistemi UMDP sa otvorima	172
2.4 Univerzalni i grupni pomoćni pribori za obradu na nu mašinama alatkama	175
2.5 Fleksibilni pomoćni pribori za obradu na NU mašinama alatkama	178
2.5.1 Karakteristike fleksibilnih pomoćnih pribora	178
2.5.2 Primeri modulskih pomoćnih pribora za prizmatične obratke.....	178
2.5.3 Mogućnosti primene modulske gradnje pomoćnih pribora za obradu obradaka sa "veštačkim" tehnološkim bazama	179
2.5.4 Pomoćni pribori za obradu sa više strana ili obradu više različitih obradaka u istom stezanju.....	183

VIII

POMOĆNI PRIBORI ZA OBRADU NA AGREGATNIM MAŠINAMA ALATKAMA	185
1. Osnovne karakteristike i podela pomoćnih pribora za obradu na agregatnim mašinama alatkama.....	185
2. Stacionarni pomoćni pribori za obradu na agregatnim mašinama alatkama.....	186
3. Pomoćni pribori na obrtnom stolu mašine	190

II

KONSTRUKCIJE I PRORAČUNI ELEMENTATA POMOĆNIH PRIBORA

1. Osnovni elementi pomoćnih pribora

Elementi (sastavni delovi) pomoćnih pribora mogu se razvrstati u sledeće grupe:

- 1) *Telo pribora* koje povezuje sve elemente pribora u jednu celinu, te je najčešće najsloženiji deo pribora. Pošto prima sve sile, koje se javljaju pri obradi mora biti dovoljno kruto i čvrsto. Izrađuje se najčešće od sivog ili čeličnog liva, mada se često koriste zavarene i montažne konstrukcije.
- 2) *Elementi za baziranje* (oslanjanje, lokaciju) određuju ispravan položaj obratka u pomoćnom priboru, i imaju kontakt sa baznim površinama (tehnološkim bazama) obratka u toku obrade.
- 3) *Elementi za stezanje* služe za stezanje obratka u priboru. Oni mogu neposredno da deluju na obradak (zavrtnanj, poluga, klin i dr.), ili posredno preko dopunskih elemenata za stezanje.
- 4) *Dopunski elementi za stezanje* prenose silu stezanja od elementa za stezanje na obradak. Pošto su u direktnom kontaktu sa obrtkom, njihov oblik zavisi od oblika obratka.
- 5) *Elementi za dovođenje alata u radni položaj i vođenje alata* u toku obrade.
- 6) *Elementi za spajanje* (zavrtnji, čivije, klinovi), koji služe za vezivanje elemenata pribora u jednu celinu (podsklopove, sklopove).
- 7) *Elementi za transport fluida* (tečnost, vazduh), koji se primenjuju kod pomoćnih pribora sa mehanizovanim stezanjem na hidrauličnom ili pneumatskom principu.

2. Elementi za određivanje položaja obratka u priboru

Pri razradi konstrukcije pomoćnog pribora veoma je važno definisanje položaja (baziranje) obratka u priboru. Relativni položaj obratka u odnosu na alat može se ostvariti: pozicioniranjem alata prema fiksnom položaju obratka, pozicioniranjem obratka prema fiksnom položaju alata i istovremenim pozicioniranjem i alata i obratka.

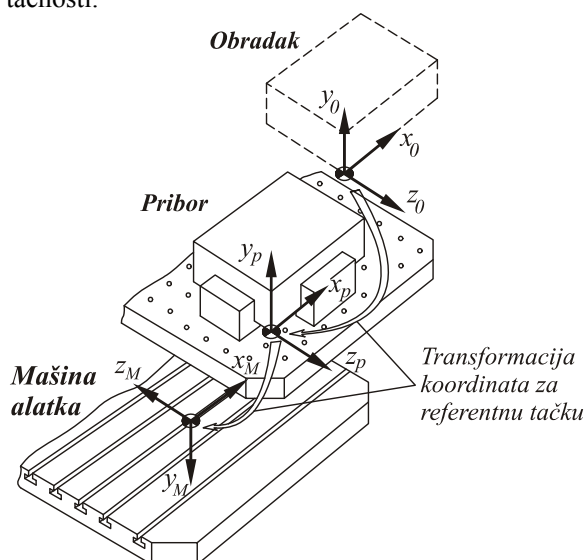
Često se ne pravi razlika u značenju i jednostavno se pojam “definisanje položaja” poistovećuje sa “pozicioniranjem” što može da dovede do pogrešne interpretacije tehnološkog procesa. Jednoznačne definicije ovih pojmova su:

Baziranje je definisano i ponovljivo određivanje položaja jednog ili više obradaka u priboru sa zahtevanom tačnošću.

Pozicioniranje je definisano i ponovljivo određivanje položaja obratka i alata u obradnom sistemu.

Konkretnim formiranjem parova kontaktnih površina *obradak - pribor* definiše se baziranje i stezanje obradka u priboru, tako da nema nikakvog povezivanja sa mašinom alatkom. Pozicija pribora sa obratkom se konkretizuje putem povezivanja *pribor - mašina alatka*. Pozicioniranjem obratka u radnom prostoru mašine alatke realizuje se u više etapa pojedinačnih postupaka pozicioniranja a u zavisnosti od pribora i broja definisanih veza.

Mada se pojedine faze pozicioniranja (baziranje obratka u priboru, pribora na osnovnoj ploči, osnovne ploče na radni sto mašine) izvode prostorno i vremenski odvojeno, one definišu samo u svojoj celovitosti konačnu poziciju obratka (sl. 1). Ukupna tačnost pozicioniranja obuhvata zbir pojedinačnih tačnosti.



Sl. 1 Pozicioniranje obradka na mašini alatki

toleranciju između osnovne površine (baze za oslanjanje ili tehnološke baze) i površine koja se obrađuje tolerancije između pojedinih baza, što bi moglo izradak učiniti neupotrebljivim. U tom bi slučaju valjalo uvesti strožije tolerancije (pomoćne tolerancije) između ovih površina; pošto, međutim, povišena tačnost nije neophodna za funkciju, uvođenje pomoćne tolerancije ima kao rezultat nepotrebno poskupljenje proizvodnje.

Odstupanje od principa da se položaj obradka određuje prema površini od koje se meri (tj. od principa zajedničke tehnološke i merne baze) se dopušta samo u slučajevima kao što su (I) nedovoljna mogućnost za stezanje, (II) stezanje zahteva odviše vremena, (III) nepovoljno je preuzimanje sile u radu, (IV) postavljanje obradka je nepovoljno, (V) rezni alat je nedovoljno krut, (VI) ne stoji na raspolaganju podesna alatna mašina, i (VII) pribor bi bio odviše složen i skup.

U slučaju kada se, na primer, kod livenih delova predviđa da neka površina ostane neobrađena, baziranje obratka u prvoj operaciji izvodi se po njoj; pritom se teži da ona bude što veća.

Za određivanje položaja je potrebno da se usvojene površine nalaze u jednoj ravni - ako to nije izvodljivo, treba da su obrađene u jednom stezanju, jer je na taj način greška manja.

Oštre ivice za oslanjanje (kao što je prikazano za cevast deo centrisan primenom konusa na sl. 2) su nepodesne, jer se usled sile stezanja F_s plastično deformišu kontakt i smanjuje se tačnost ob-

Položaj referentne tačke u priboru definisan je baziranjem, dok celovitost svih elemenata za baziranje definiše prostorni položaj obratka.

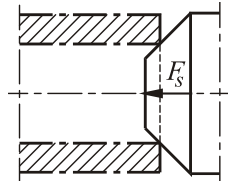
Ukoliko se govori o pozicioniranju obratka u priboru onda se misli na pomeranje obratka radi ostvarivanja određenog položaja.

U tehnologiji obrade, a posebno u projektovanju tehnološkog procesa, poseban zanačaj ima izbor baza. Po mogućstvu treba izabrati one površine za baziranje koje će se koristiti za sve operacije, a biće prve obrađene.

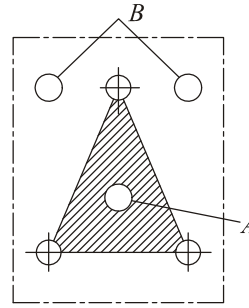
Važan zahtev koji će biti detaljnije razmotren u poglavlju o tačnosti pomoćnih pribora, je da se sve mere za površine koje se obrađuju pri više stezanja odnose na istu osnovu (mernu) bazu. Ukoliko bi se, naime, za svaku površinu definisala druga merna baza, dodavale bi se na

rade. Za određivanje uglovnog položaja treba da je element lokacije što udaljeniji od ose zaokretanja, pri čemu su najpovoljnije radialno raspoređene površine.

Pošto po pravilu sile stezanja i sile rezanja treba da budu usmerene na elemente za oslanjanje, raspored oslonih tačaka treba da je takav da te sile deluju unutar oslonaca: pri bušenju otvora A u šrafinom području na sl. 3 to je ispunjeno, dok dejstvo aksijalne sile pri bušenju otvora B dovodi do nestabilnosti obratka. Kao opšte pravilo je: treba težiti da elementi za oslanjanje budu na što je moguće većem rastojanju.



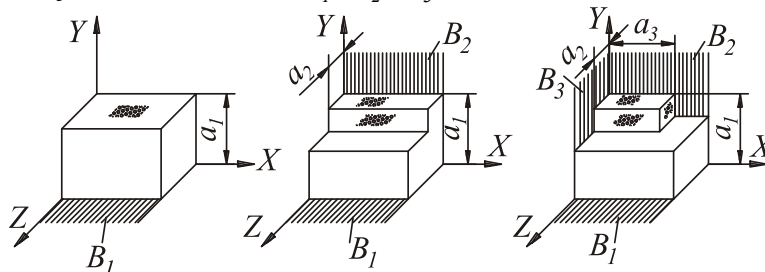
Sl. 2 Nepodesno baziranje po oštrim ivicama



Sl. 3 Raspored oslonih elemenata

2.1 Šeme određivanja položaja obratka u priboru

Položaj obratka određen je potpuno u prostoru pribora sa šest oslonaca koji mu oduzimaju šest mogućih stepeni slobode kretanja: tri translacije u pravcu koordinatnih osa i tri rotacije oko tih osa. Određene površine pribora treba da prostorno obuhvatae obradak i ograniče njegovu slobodu kretanja. Na sl.4 šematski je prikazano određivanja položaja prizmatičkog obratka u priboru pri obradi na mere a_1 , a_2 i a_3 korišćenjem tehnoloških baza B_1 , B_2 i B_3 .



Sl. 4. Šema određivanja položaja prizmatičnog obratka

U svakom prcu koordinata prostora određene površine obratka i određene površine pribora zajedno definišu tri ravni:

- Određena površina pribora koja oduzima obratku tri stepena slobode definiše se kao *ravan naleganja (RN)*;
- Određena površina pribora koja oduzima obratku dva stepena slobode definiše se kao *ravan vođenja (RV)*;
- Određena površina pribora koja oduzima obratku jedan stepen slobode definiše se kao *ravan oslanjanja (RO)*.

Prema sl. 4, pri obradi na meru a_1 obradak se bazira na ravan B_1 pri čemu ravan naleganja pribora (RN) oduzima obratku tri stepena slobode kretanja (Y_{trans} , X_{rot} , Z_{rot}).

Ravan vođenja pribora (RV) oduzima obratku dva stepena slobode kretanja u ravni B_2 pri obradi na meru a_2 (Z_{trans} , Y_{rot}). Na kraju, da bi se potpuno definisao položaj prizmatičnog obratka u priboru potrebno je postaviti ravan oslanjanja pribora (RO) u ravni obratka B_3 i time oduzeti preostali stepen slobode kretanja (X_{trans}).

U tabeli 1 su prikazani mogući principi baziranja koji se mogu pojaviti kod potpunog baziranja obradaka. Nezavisno od konkretnog geometrijskog oblika određenog elementa, uvek su potrebne tri određene površine.

Tabela 1 Određivanje položaja obratka sa ravnim i cilindričnim površinama [36]

Površine obratka	Oduzimanje 6 stepeni slobode kretanja obratka pomoću određenih ravni pribora		
	Prva ravan	Druga ravan	Treća ravan
3 ravni	RN = 3: ravna površina	RV = 2: ravna površina	RO = 1: ravna površina
2 ravni + otvor	RN = 3: ravna površina	RV = 2: ravna površina	RO = 1: kratki zasečeni čep kratka U-prizma kratka V-prizma podešljiva
	RV = 2: ravna površina	RV = 2: ravna površina	RV = 2: dugi zasečeni čep duga U-prizma duga V-prizma podešljiva
1 ravan + 2 otvora	RN = 3: ravna površina	PC = 2: kratki puni čep kratki otvor	RO = 1: ravna površina
	DPC = 4: dugi puni čep dugi otvor	RO = 1: ravna površina	RO = 1: ravna površina
	RN = 3: ravna površina	PC = 2: kratki puni čep	RO = 1: kratki zasečeni čep
	DPC = 4: dugi puni čep	PC = 1: ravna površina	RO = 1: kratki zasečeni čep
	PC = 2: kratki puni čep	RV = 2: ravna površina	RV = 2: dugi zasečeni čep

RN = ravan naleganja, RV = ravan vođenja, RO = ravan oslanjanja, PC = površina za centriranje, DPC = dvostruka površina za centriranje

2.1.1 Određivanje položaja obratka po tri ravne površine

Za potpuno određivanje položaja prizmatičnog obratka potrebne su tri površine pribora (sl. 4), koje mu oduzimaju šest stepeni slobode kretanja i to: ravan naleganja (RN), ravan vođenja (RV) i ravan oslanjanja (RO).

2.1.2 Određivanje položaja obratka po dve ravne površine i otvoru

Ravni pribora	Dve ravne površine i zasečen ili puni čep	
	kratki čep	dugi čep
dve ravni + zasečeni čep		
jedna ravan + pun čep		

RN=ravan naleganja (3); RV=ravan vođenja (2); RO=ravan oslanjanja (1); PC=površina centriranja (2); DPC=dvostruka površina centriranja (4).

Sl. 5 Određivanje položaja obratka po dve ravne površine i otvoru [36]

Ako na obratku postoji otvor i dve ravne površine, iste se mogu iskoristiti za određivanje njegovog položaja. Na sl. 5 prikazani su mogući načini određivanja položaja obratka korišćenjem kratkih ($l < d$) i dugih ($l > d$) zasečenih, odnosno punih čepova.

Kratki zasečeni čep ima funkciju oslone ravni jer oduzima obratku jedan stepen slobode kretanja (translaciju) dok druga i treća ravan (RN i RV) oduzimaju preostalih pet stepeni slobode kretanja (translaciju i rotaciju i zajedno sa preostale dve ravne površine ima funkciju vodećih ravni).

Puni kratki cilindrični čep određuje položaj obratka u dva međusobno upravna pravca (oduzima dva stepena slobode kretanja), a spoljašnja površina čepa naziva se površina centriranja (PC). Dugi cilindrični čep oduzima obratku četiri stepena slobode kretanja a njegova spoljašnja cilindrična površina naziva se dvostruka površina centriranja (DPC).

2.1.3 Određivanje položaja obratka po dve ravne i jednoj cilindričnoj površini

Za određivanje položaja obratka po spoljašnjoj cilindričnoj površini primenjuju se prizme ili podešljivi otvori pribora. Na sl. 6 prikazani su mogući načini određivanja položaja obratka po dve ravne i jednoj cilindričnoj površini.

Ravni pribora	Prizma ili podešljiv otvor (žljeb)	
	kratka cilindrična površina	duga cilindrična površina
dve ravne + prizma		
jedna ravan + podešljiv otvor		

RN=ravan naleganja (3); RV=ravan vođenja (2); RO=ravan oslanjanja (1); PC=površina centriranja (2); DPC=dvostruka površina centriranja (4).

Sl. 6 Određivanje položaja obratka po dve ravne i jednoj cilindričnoj površini [36]

Primena kratke (male debljine) prizme obezbeđuje oduzimanje jednog stepena slobode kretanja i ima funkciju oslone ravni. Da bi se onemogućilo zakretanje cilindrične površine obratka primenjuje se duga (veće debljine) prizma kojom se oduzima obratku dva stepena slobode kretanja.

Određivanje položaja obratka prema površini centriranja (PC) postiže se primenom podešljivog otvora, tako da kraći otvori oduzimaju obratku dva stepena slobode kretanja a duži četiri stepena slobode kretanja.

2.1.4 Određivanje položaja obratka po ravnoj površini i dva otvora

Na sl. 7 prikazane su mogućnosti određivanja položaja obratka koji ima dva otvora primenom punih i zasečenih (dugih i kratkih) čepova. Postupak proračuna zasečenog čepa dat je u poglavlju III.

Ravni pribora	Puni i zasečeni čep
Dva kratka čepa	
Jedan dugi pun + jedan kratak zasečeni čep	
Jedan kratak pun + jedan dug zasečen čep	
RN=ravan naleganja (3); RV=ravan vođenja (2); RO=ravan oslanjanja (1); PC=površina centriranja (2); DPC=dvostruka površina centriranja (4).	

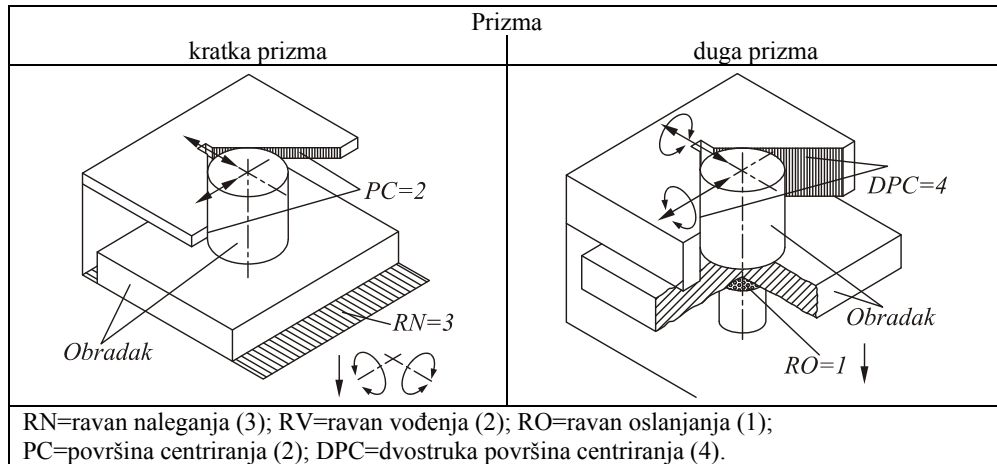
Sl. 7 Određivanje položaja obratka po ravnoj površini i dva otvora [36]

2.2 Potpuno i delimično određivanje položaja obratka

U tabeli 1 dati su teorijski mogući principi određivanja položaja obratka prema šest stepeni slobode kretanja. Na osnovu geometrijskog oblika i postojećeg stanja obrade bira se odgovarajući princip određivanja položaja obratka. Na sl. 5 ÷ sl. 8 prikazano je trinaest mogućnosti rešenja da bi se sa tri površine pribora postiglo potpuno određivanje položaja obratka, oduzimanjem svih šest stepeni slobode kretanja.

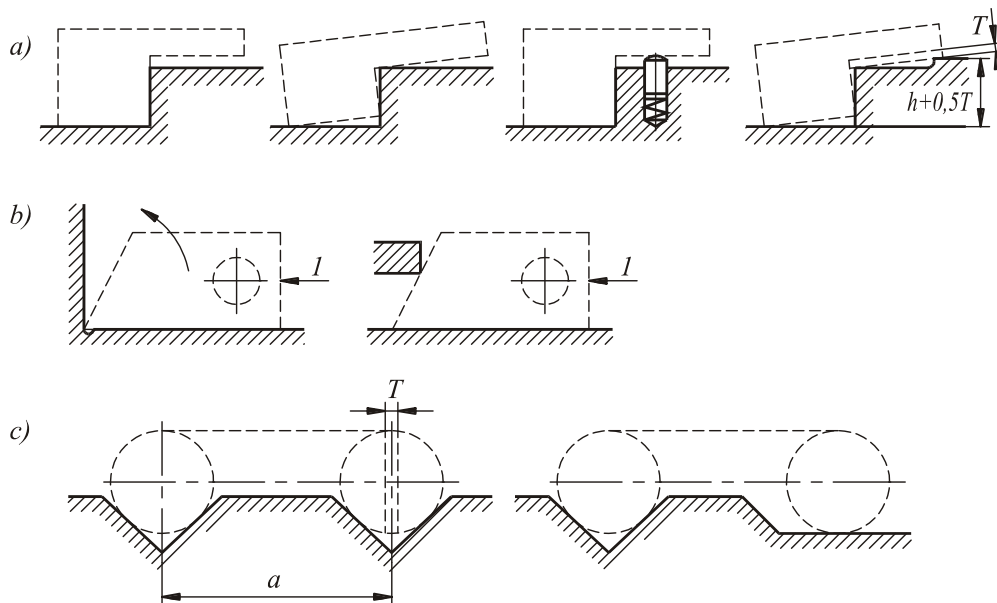
Svaka operacija (zahvat) obrade ne iziskuje potpuno određivanje položaja obratka već se može realizovati delimičnim određivanjem položaja. Na sl. 8 prikazani su slučajevi određivanja položaja

obratka sa oduzimanjem pet stepeni slobode kretanja, dok se preostali šesti stepen slobode oduzima stezanjem obratka.



Sl. 8 Princip određivanja položaja obratka sa pet stepeni slobode (delimično određivanje položaja)

Položaj obratka određen sa više od šest oslonaca ne doprinosi povišenju tačnosti obrade, već dovodi do tzv. preodređenosti položaja (sl. 9).



Sl. 9 Primeri preodređenosti položaja obratka

Problem određivanja položaja obratka po dve paralelne ravne površine (sl. 9a) može se razrešiti alternativno primenom podešljivog oslonca ili određivanjem minimalne visine stepenastog oslonca tako da se poklapa sa polovinom tolerancijskog polja na obratku; uz dovoljno razmaknute oslone tačke uglovna greška je na taj način najmanja.

Ukoliko se određivanje položaja obratka vrši preko ravne površine i oslonca (sl. 9b), i steže iz pravca (1) nastaje greška usled momenta koji teži da pomeri obradak od površine. Da bi se ovo onemogućilo potrebno je postaviti oslonac iznad pravca dejstva sile stezanja.

Određivanje položaja obratka po dvema spoljašnjim cilindričnim površinama moguće je samo ako se umesto druge prizme na unapred fiksnom razmaku koristi ravan, ili ukoliko je druga prizma pomerljiva duž pravca a , kao što je dato na sl. 9c.

2.3 Elementi za baziranje

Elementi za baziranje, određivanje položaja ili lokaciju obratka ili alata imaju zadatak da obezbede definitivan i siguran kontakt sa baznom površinom obratka ili alata, a samim tim i oslanjanje, preuzimanje svih sila u radu i tačnost položaja u odnosu na radne elemente obradnog sistema. Posredstvom elemenata za baziranje integrisanih u pomoćni pribor obezbeđuje se tačnost dimenzija i raspored površina obratka, odnosno oni predstavljaju glavni činilac povišenja kvaliteta obrade, smanjenja škarta i vremena obrade. Elementi za baziranje klasifikuju se prema tehnološkim površinama obratka koje mogu biti: ravne, spoljašnje i unutrašnje cilindrične površine.

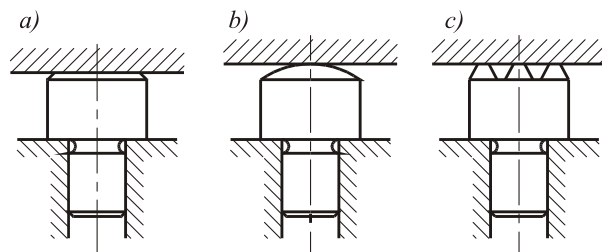
2.3.1 Elementi za baziranje po ravnim površinama

Pri baziranju obratka po ravnim površinama koriste se: osloni čepovi, oslone letve i pomoćni oslonci.

2.3.1.1 Osloni čepovi

Osloni čepovi su elementi koji se koriste za baziranje obratka po ravnoj površini, a konstrukcijski se izvode kao nepodešljivi i podešljivi čepovi.

Nepodešljivi (fiksni) čepovi su cilindrični elementi koji se upresuju ili navojnim spojem vezuju za telo pribora, a na njih se vrši oslanjanje obratka u pomoćni pribor. Deo čepa koji je u kontaktu sa obratkom zove se glava čepa koja konstruktivno može biti izvedena kao ravna, sferna i ožljebljena (sl. 10).



Sl. 10 Osloni čep sa ravnom (a), sfernom (b) i ožljebljenom glavom (c)

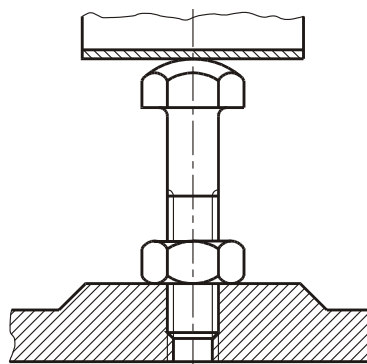
Ravna glava primenjuje se u slučaju fino obrađenih baznih površina, a nepodesna je zbog gomilanja strugotine i prljavštine što dovodi do povećanja greške baziranja.

Ožljebljena glava koristi se za baziranje po neobrađenim površinama obratka (odlivci, otkovci).

Sferna glava koristi se za baziranje po neobrađenim površinama ili grubo obrađenim površinama, a obezbeđuje i povećanje rastojanja oslonih tačaka. Sferna glava može biti izvedena kao fiksna ili zglobna (sl. 11) a njen izbor zavisi od položaja bazne površine u priboru.



Sl. 11 Konstrukcije zglobne sferne glave



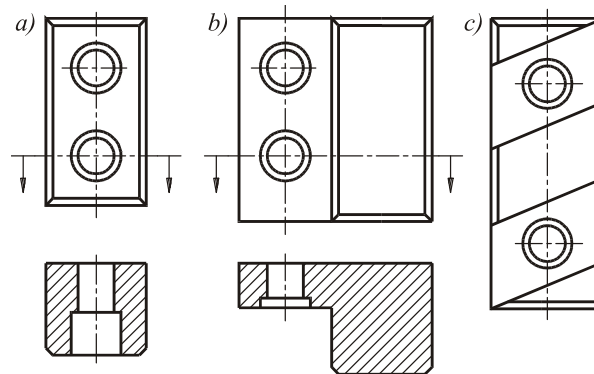
Sl. 12 Podešljivi osloni čep

Podešljivi osloni čepovi (sl. 12) koriste se pri baziranju obratka po dve paralelne površine. Obično je jedan od oslonih čepova podešljiv u svakoj osnovnoj površini a regulisanje podešljivih čepova vrši se pre početka obrade. Visina čepa se reguliše preko stabla čepa sa navojem a navrtkom fiksira njegov položaj.

Osloni čepovi se izrađuju od Č1730. Glava čepa se poboljšava na $50 \div 55$ HRC. Deo koji se vezuje za telo naziva se "vrat" a vezivanje za telo izvodi se ili utiskivanjem (sklop sa tolerancijom H7/n6, H7/m6, H7/p6) ili navojnom vezom.

2.3.1.2 Oslone letve

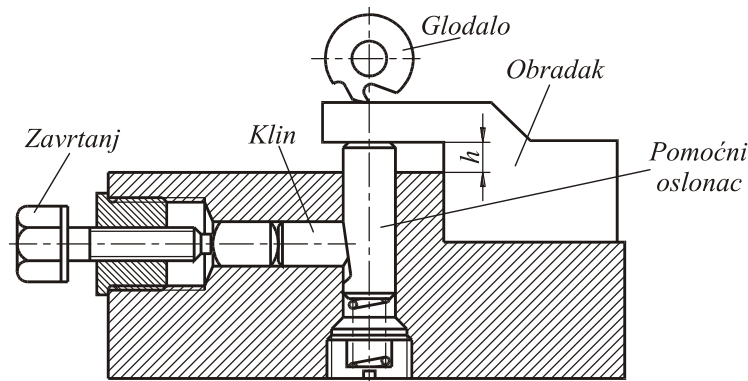
Oslone letve se koriste za baziranje obradaka sa baznim površinama velikih dimenzija, odnosno obradaka veće mase u odnosu na one koji se baziraju na čepove. U primeni su tri konstruktivna oblika oslonih letvi (sl. 13): a) prizmatičan oblik kod kojeg sitna strugotina i prljavština može da zapadne oko glave zavrtnja a time da se naruši ispravan položaj obratka; b) prizmatičan oblik sa oslonom površinom odvojenom od dela za vezivanje za telo pribora, i c) prizmatični oblik sa ožljebljenom oslonom površinom koji je najpovoljniji sa stanovišta oslanjanja obratka.



Sl. 13 Oslone letve

2.3.1.3 Pomoćni oslonci

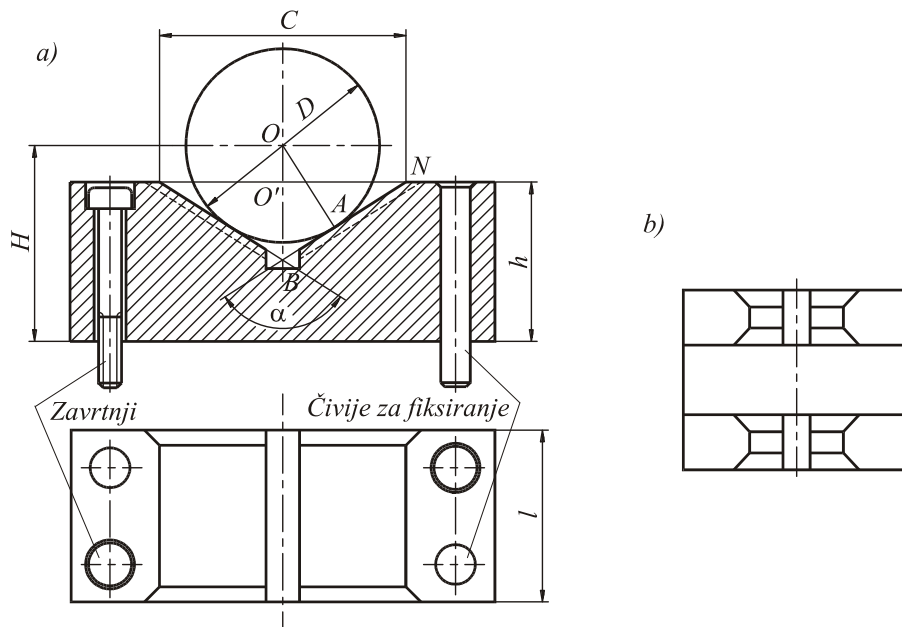
Pomoćni oslonci koriste se pri baziranju po ravnoj površini i služe za povećanje stabilnosti, krutosti i za sprečavanje deformisanja obratka pod dejstvom otpora rezanja. Na sl. 14 prikazan je primer primene pomoćnog oslonca. Dovođenje pomoćnog oslonca do obratka ostvaruje se posredstvom opruge, a zatim se fiksira pomoću jednostranog klina zavrtnjem, tako da se ne poremeti prethodno određen položaj obratka. Posle obrade oslobađa se oslonac, a posle nameštanja i stezanja narednog obratka ponovo se fiksira njegov položaj pomoću zavrtnja i klina.



Sl. 14 Primer primene pomoćnog oslonca

2.3.2 Elementi za baziranje obratka po spoljašnjoj cilindričnoj površini

Za baziranje obratka po spoljašnjim cilindričnim površinama koriste se prizme (sl. 15). Za fino obrađene bazne površine primenjuju se duge prizme a za grubo obrađene bazne površine kratke prizme.



Sl. 15 Duga (a) i kratka prizma (b) sa karakterističnim dimenzijama

Prizma je element za baziranje sa površinama za oslanjanje u vidu “V” žljeba, koji obrazuju dve ravni nagnute pod uglom 60° , 90° i 120° .

Kod prizme se razlikuju sledeće dimenzije: dužina l , visina h , otvor prizme C , ugao prizme α i visina H od donje površine prizme do položaja središta kontrolnog valjka, kojim se kontroliše tačnost izrade prizme. Sa sl. 15 je:

$$H - h = \overline{OO'} = \overline{OB} - \overline{O'B} = \frac{D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} - \frac{C}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}, \quad H = h + \frac{l}{2} \left(\frac{D}{\sin \frac{\alpha}{2}} - \frac{C}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \right).$$

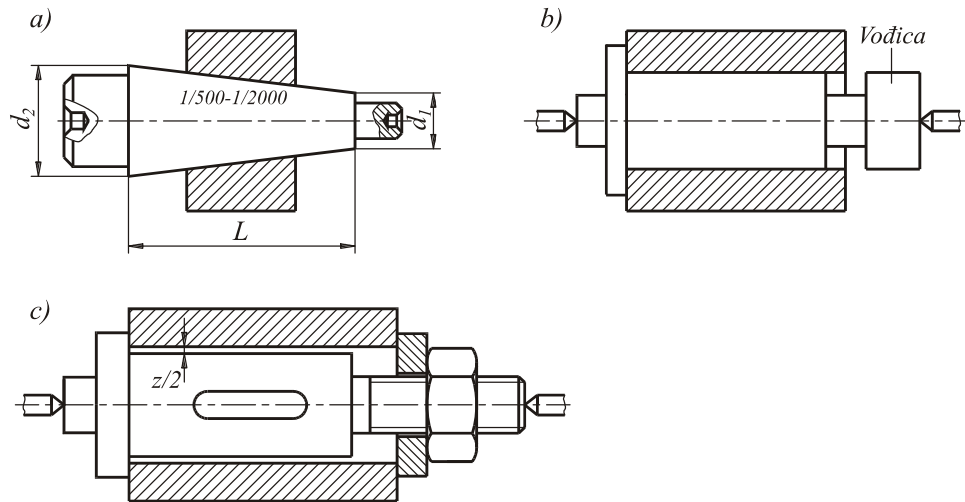
2.3.3 Elementi za baziranje prstenastih i cevastih obradaka po otvoru

Pri baziranju obradaka po otvorima koriste se čvrsti (fiksni) i ekspandirajući (elastični) trnovi. Osnovna baza je otvor a kao dopunska baza može biti čeona površina obratka koja se oslanja na venac trna i definiše položaj u aksijalnom pravcu. Dopunske baze predstavljaju neke od površina na obratku: žljeb za klin, radijalni otvor i dr. kojim se određuje ugaoni položaj obratka u odnosu na osu osnovne bazne površine.

Na sl. 16a prikazan je čvrsti konusni trn (konusnost $1/500 \div 1/2000$) na koji se obradak navlači prinudno, tako da se prilikom obrade ne može obrtati. Nedostatak ovog trna je nemogućnost ostvarivanja tačnog aksijalnog položaja.

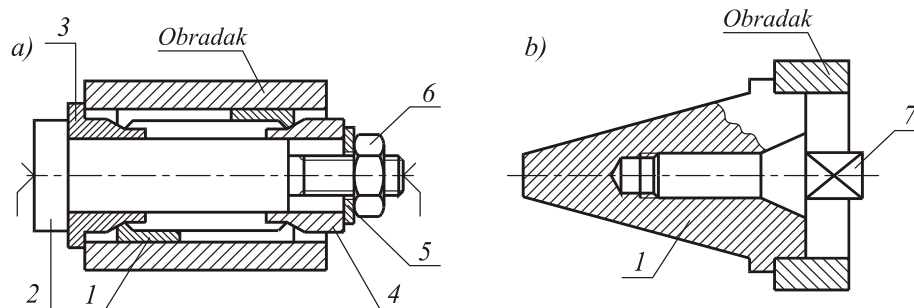
Na sl. 16b prikazan je cilindrični čvsti trn na koji se obradak navlači takođe prinudno. Prečnik trna (d_t) treba da je veći od prečnika otvora (d_o) na obratku. Pomoću ovakvog trna može se pored uzdužne obrade na obratku vršiti i poprečna obrada na čeonim površinama. Deo trna na desnom kraju

naziva se vođica, i ima zadatak da vodi obradak pri njegovom postavljanju na trn. Prema sl. 16c između trna i obratka postoji zazor: položaj obratka po dužini trna određuje se vencem trna a pritezanjem obratka pomoću navrtke obezbeđuje se prenošenje obrtnog momenta; nedostatak je greška centričnosti usled zazora (z).



Sl. 16 Čvrsti trnovi: konusni (a), cilindrični (b), cilindrični sa zazorom (c)

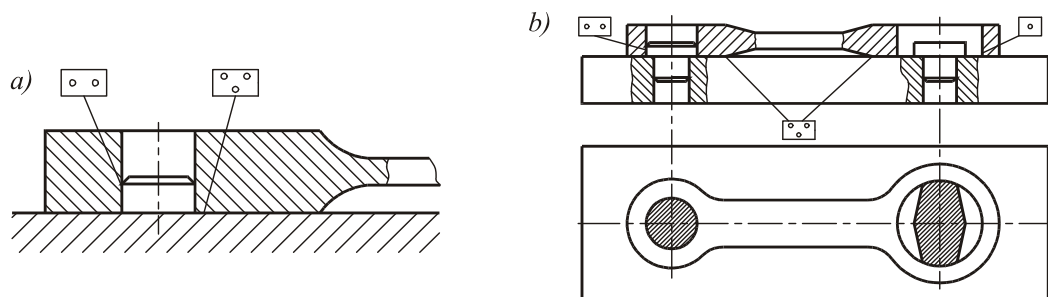
Ekspandirajući (elastični) trnovi koriste se za baziranje i centriranje po otvorima obratka a dve konstrukcije prikazane su na sl. 17. Ovi trnovi u poređenju sa fiksnim obezbeđuju manju tačnost obrade a konstruktivno se izводе za prstenaste obratke veće (a) i manje dužine (b).



Sl. 17 Elastični trnovi (1-elastična čaura, 2-telo trna, 3-nepokretni konusni segment, 4-pokretni konusni segment, 5-podloška, 6-navrtka, 7-konusni zavrtnanj)

2.3.4 Čepovi za baziranje obradaka po jednom i dva otvora

Baziranje obradaka po otvoru može se vršiti i na punom čepu, kada se pored cilindrične površine (otvora) za baziranje koristi čeona ravna površina (sl. 18a). Cilindričan čep oduzima dva stepena slobode i čeona površina tri tako da se šesti stepen slobode kretanja oduzima stezanjem.



Sl. 18 Baziranje po otvoru i ravnoj površini (a) i po dva otvora i čeonim ravnim površinama (b)