

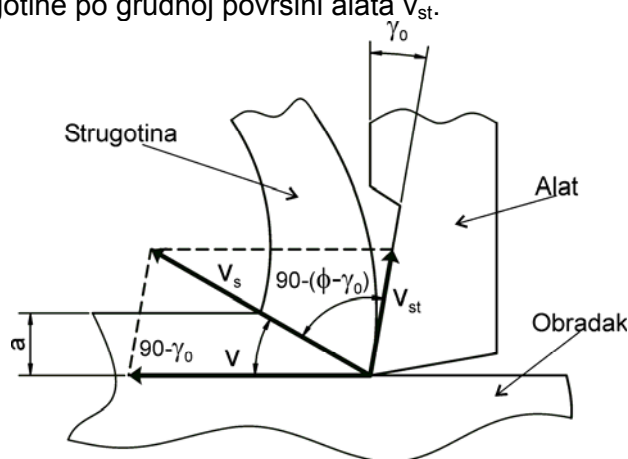
1. GLAVNI FAKTORI OBRADNE

Svi elementi koji utiču na tok procesa rezanja, odnosno na proces stvaranja strugotine, rezultiraju preko dva glavna faktora obrade, i to:

- Brzine rezanja, v
- Sile rezanja

Na slici 1 je prikazan vektorski plan brzina u normalnom preseku pri kosom rezanju. Ovaj vektorski plan čine tri brzine:

- Brzina rezanja, v
- Brzina smicanja strugotine v_s , i
- Brzina kretanja strugotine po grudnoj površini alata v_{st} .



Slika 1. Vektorski plan brzina u normalnom preseku pri kosom rezanju

Sila rezanja je mehanička veličina kojom rezni klin alata deluje na obradak u procesu skidanja strugotine. Intenzitet i pravac sile rezanja zavise od:

- obradljivosti materijala obratka,
- mehaničkih svojstava i hemijskog sastava materijaa obratka,
- elemenata režima obrade,
- geometrije alata,
- primene sredstava za hlađenje i podmazivanje,
- statičkih i dinamičkih karakteristika mašine alatke,
- ostalih tehnoloških karakteristika mašine alatke,
- ostalih tehnoloških uslova obrade (npr. stanje priprema itd.)

CILJ LABORATORIJSKE VEŽBE: Eksperimentalno određivanje otpora prodiranja i otpora pomoćnog kretanja pri obradi struganjem

2. DINAMOMETRI

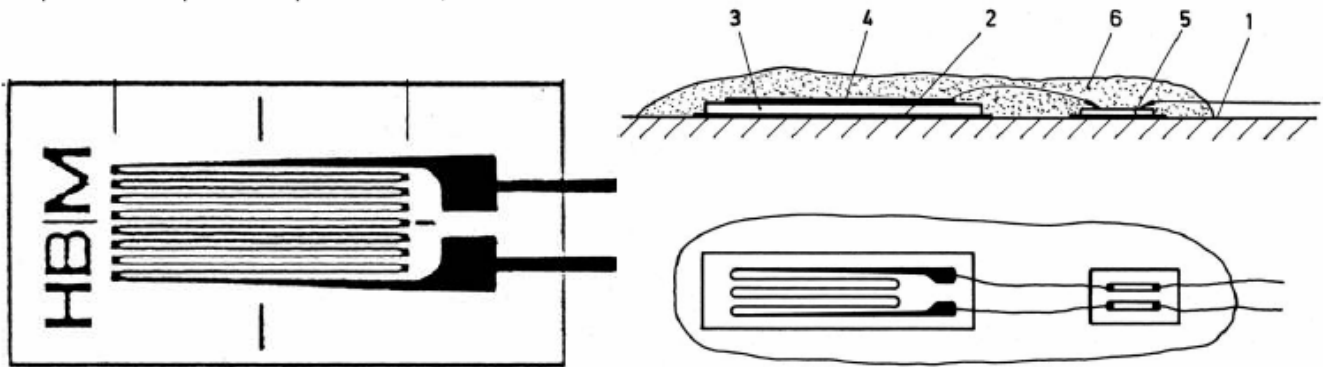
Dinamometri se koriste za merenje sila/otpora i momenata rezanja. Predstavljaju kompletne pretvarače ulaznih veličina $F_i = F_i(t)$ u izlazne signale $S_i = S_i(t)$, $i = 1 \dots n$, gde je n – ukupan broj komponentata sile rezanja koje se mere.

Podela dinamometara:

- prema tipu konstrukcije:
 - mehanički
 - električni:
 - sa elektrootpornim mernim trakama
 - sa induktivnim pretvaračima
 - sa piezoelektričnim pretvaračima
 - pneumatski
 - hidraulični
- prema broju komponentata koje se mere:
 - jednodimenzionalni
 - dvodimenzionalni
 - višedimenzionalni
 - prema nameni:
 - standardni
 - laboratorijski
 - dinamički

Elektrootporne merne trake

Elektrootporna merna traka se sastoji of otporničke žice koja je savijena i nalepljena na papirnu ili plastičnu traku. Savijanje žice je izvedeno tako da multiplicira promenu dužine. Merna traka se lepi na površinu nekog objekta tako da se njegova površinska deformacija prenosi na foliju/žicu trake čime se menja dužina trake L , a time i njena otpornost R , prema formuli $R = \rho L/S$, gde je ρ specifična otpornost materijala žice, a S površina poprečnog preseka žice.



Slika 2: Merna traka

Uravnoteženje mernih traka se izvodi pomoću Vitstonovog mernog mosta u kome merna traka igra ulogu otpora sa promenljivom otpornošću. Promena otpornosti u žici menja napon na dijagonali Vitstonovog mosta na kojoj se nalazi merna traka; time se menja i napon na drugoj dijagonali mernog mosta, koji se pojačava pojačavačem i šalje na analogni pokazivač i/ili pisač, ili preko A/D konvertora na digitalni pokazivač ili interfejs za akviziciju.

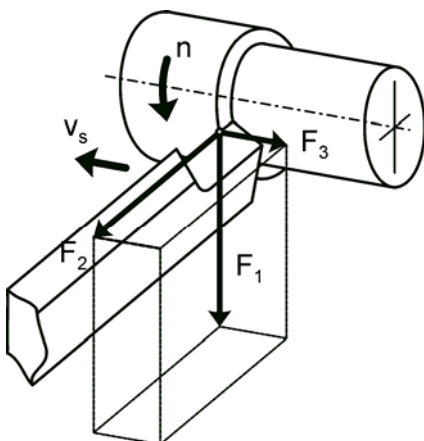
3. EKSPERIMENTALNO ODREĐIVANJE OTPORA REZANJA PRI UZDUŽNOM STRUGANJU

Komponente otpora rezanja pri uzdužnom struganju

Rezultujući otpor rezanja se može razložiti na tri komponente u tri međusobno upravna pravce:

- F_1 – glavni otpor rezanja koji se poklapa sa pravcem brzine rezanja,
- F_2 – otpor prodiranja koji je normalan na obrađenu površinu, i
- F_3 – otpor pomoćnog kretanja koji se poklapa sa pravcem brzine pomoćnog kretanja.

Slika 3 prikazuje komponente otpora rezanja za slučaj uzdužnog struganja.



Slika 3 Komponente otpora rezanja pri uzdužnom struganju

Komponente otpora rezanja kao tehnološke veličine opisuju se pomoću eksperimentalno određenih funkcija obradljivosti obrascima:

$$F_i = C_{ki} a^{x_i} s^{y_i} k_{F_i} [N], \quad (i = 1, 2, 3), \quad k_{F_i} = \prod_v k_{F_{vi}}$$

gde su:

- C_{ki} – konstanta
- a [mm] – dubina rezanja
- s [mm/o] – korak
- x_i, y_i – parametri obradljivosti
- k_{F_i} – popravni koeficijent koji je proizvod parcijalnih popravnih koeficijenata i uzima u obzir jačinu materijala obratka, geometriju alata i dr.

Značaj određivanja pojedinih komponenti kod uzdužnog struganja

- F_1 – zajedno sa brzinom rezanja v se koristi za proveru snage motora mašine alatke
- F_1 zajedno sa F_3 se koristi za proveru otpornosti drške noža
- F_2 je od značaja za tačnost oblika i mera i kvalitet obrađene površine
- F_3 je od značaja za proveru pogona i prenosnika za pomoćno kretanje

Karakter promene sile rezanja kod uzdužnog struganja

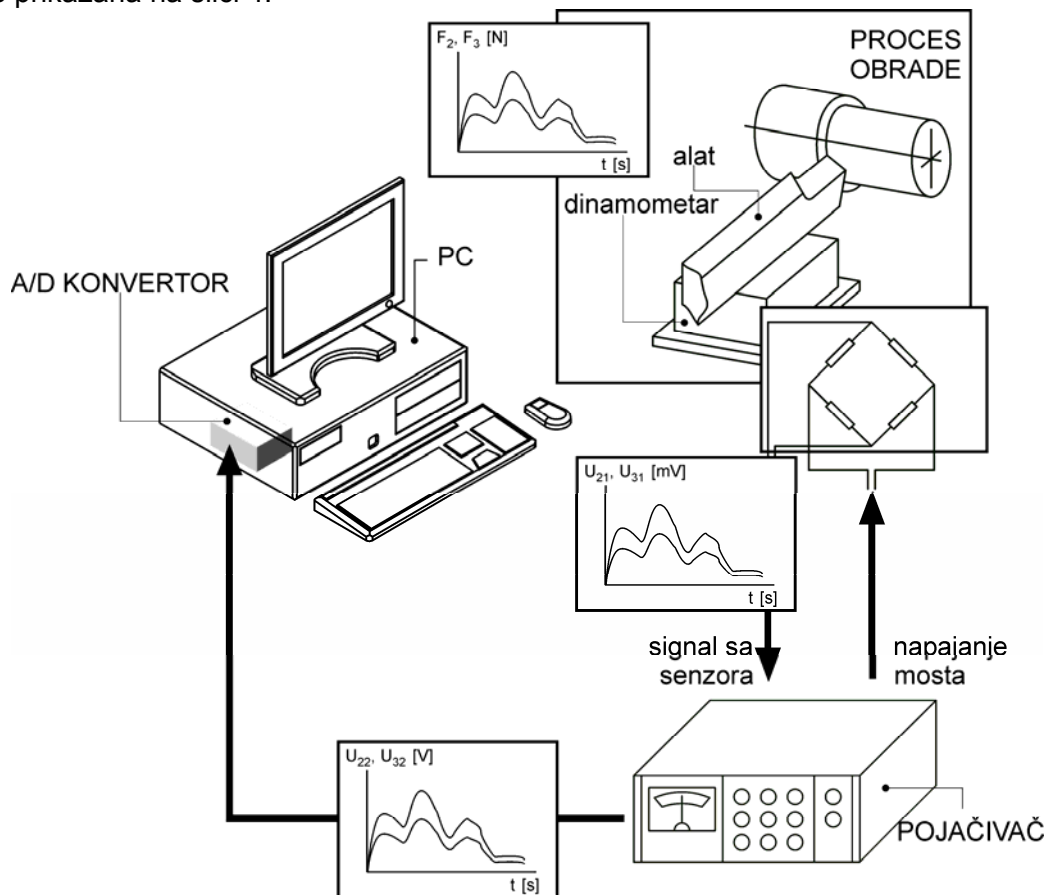
Proces rezanja kod uzdužnog struganja cilindričnih priprema nije prekidan – alat je tokom zahvata neprekidno u kontaktu sa materijalom.

Neki primeri prekidnog procesa rezanja kod uzdužnog struganja:

- obrada necilindričnog (šestougaonog, osmougaonog, ...) priprema
- obrada vruće valjanog materijala – tako dobijeni pripremi nemaju savršeno cilindričan već elipsast oblik, pa pri rezanju postoje dva minimuma i dva maksimuma sile pri jednom obrtu obratka. kod ovakvih priprema se mora izvršiti prethodna obrada za popravku kružnosti.
- konstrukcija primenjenog mernog sistema u eksperimentu

Konstrukcija mernog sistema primenjenog u eksperimentu

Dinamometar je postavljen na alat, što znači da se mere otpori rezanja. Telo dinamometra je napravljeno od čelika za opruge sa adekvatnim oslabljenjima na koje se lepe merne trake. Šema eksperimentalne instalacije je prikazana na slici 4.



Slika 4. Šema eksperimenta

4. TOK EKSPERIMENTA

Tabela1: Uslovi eksperimenta i elementi obrade

Materijal obratka	Č0645
Zatezna čvrstoća	Rm = 720 N/mm ²
Broj obrta	n = 335 o/min
Prečnik obratka	D = 42 mm
Alat	Tvrđi metal, κ = 45°, κ ₁ = 45°, r = 1mm, γ = 10°, α = 5°, λ = 4°
Varijacije koraka s [mm/o]	0.15
	0.195
	0.26
Varjacije dubine rezanja a[mm]	0.15
	0.30
	0.50
Obrada se izvodi bez hlađenja	

Računske vrednosti sile rezanja F_2 i F_3 se računaju na osnovu odnosa $F_1:F_2:F_3 = 5:2:1$, a F_1 se određuje na osnovu proširenog izraza:

$$F_1 = C_{k_1} a^{x_1} s^{y_1} k_{F_1}, \text{ gde je } k_{F_1} = k_{F_M} k_{F_\kappa} k_{F_{\gamma_1}}$$

Koeficijenti se uzimaju iz priručnika -Tehnologija obrade rezanjem (redaktor M. Kalajdžić) - iz tabele 9.1.2a i 9.1.2b (Poglavlje 9 –Funkcije obradljivosti).

Rezultati merenja

R.b.	Promenljivi faktori		Otpori rezanja kod struganja				Apsolutne greške [daN]		Relativne greške [%]	
	a [mm]	s [mm/o]	Izmerene vrednosti		Računske vrednosti		$ F_{2e} - F_{2r} $	$ F_{3e} - F_{3r} $	$\frac{ F_{2e} - F_{2r} }{F_{2e}}$	$\frac{ F_{3e} - F_{3r} }{F_{3e}}$
			F_{2e} [daN]	F_{3e} [daN]	F_{2r} [daN]	F_{3r} [daN]				
1	0.15	0.15								
2	0.30									
3	0.50									
4	0.15	0.195								
5	0.30									
6	0.50									
7	0.15	0.26								
8	0.30									
9	0.50									

Dijagramski prikaz rezultata merenja

