

1 Osnovni hidraulički principi

1. Prelivanje preko širokog praga (idealni fluid, realni fluid)
2. Raspored brzina u blizini zida cevi (teorijske osnove, merenje, zakon zida)
3. Uticaj Reynolds-ovog broja na određivanje protoka u cevi merenjem brzine u tački
4. Kontinualno merenje protoka na otvorenom kanalu sa burnim režimom tečenja (osnovne jednačine, merni objekat, uklapanje u uzvodne i nizvodne uslove)
5. Uslovi potopljenosti i merenje protoka pri potopljenom tečenju preko praga
6. Određivanje protoka integracijom polja brzina. Problemi pri nesimetričnom polju i polju sa povratnim strujanjem
7. Merenje polja brzina u prostornom i ravanskom tečenju. Kontrola ispravnosti merenja
8. Merenje protoka u kanalima sa slobodnom površinom (principi, uslovi uklapanja mernog objekta, mogućnosti povećanja granice nepotopljenog tečenja)
9. Osnovne jednačine hidrodinamike pri korišćenju uređaja za dinamičku kalibraciju impulsnog kišomera
10. Merenje protoka na sistemima sa slobodnom površinom; oštroični preliv, potopljeno i nepotopljeno prelivanje

2 Senzori - princip rada, karakteristike

1. Merenje i obrada fluktuacija pritisaka (primer, oprema za merenje, karakteristične veličine u obradi u vremenskom i frekventnom domenu)
2. Elektromagnetni merač protoka i elektromagnetni merač brzine fluida u tački
3. Dinamičko merenje koncentracije obeležene materije u fluidnom toku
4. Osnovni fizički principi pri merenju brzine fluida toplom žicom i toplim filmom
5. Ultrazvučno merenje protoka u cevi
6. Senzori za beskontaktno merenje hidrotehničkih veličina, princip rada i primena
7. Merenje protoka u cevima na principu mehaničkih prepreka u struji
8. Kalibracija i primena sonde za diferencijalno merenje pritiska
9. Volumetrijske metode određivanja protoka (metode, mogućnost automatizacije procesa, analiza grešaka)
10. Merenje padavina impulsnim kišomerom. Uloga sifona. Dinamička kalibracija

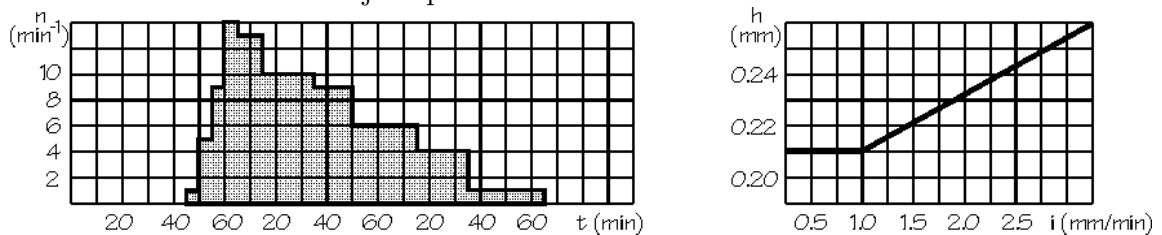
11. Merenje protoka u cevima posrednim merenjem brzine u tački (mehanički, električni, optički, izbor merne lokacije)
12. Mehanički senzori za merenje nivoa tečnosti i njihovo prilagodjavanje za električno merenje
13. Laser – dopler anemometar (princip, merenje, obrada signala)

3 Dinamička merenja i obrada

1. Dinamičko merenje nivoa tečnosti; informacije o talasima dobijene merenjem nivoa pri talasanju
2. Uticaj pijezometarskog creva na merenje pritisaka (razlike u merenju sporih promena pritisaka i brzih promena – fluktuacija, transfer funkcija)
3. Objasniti merenje standardne devijacije fluktuacija pritisaka analognim i digitalnim putem
4. Osnovne operacije sa sirovim dinamičkim signalom. Analogni i digitalni postupci. Primer iz oblasti hidrotehnike
5. Funkcija spektralne gustine i transfer funkcija. Osnove i primena
6. Osnovni statistički pokazatelji dinamičkih signala (posebno obraditi spektralnu funkciju)
7. Dinamičko merenje primenom računara. Objasniti postupak i prikazati osnovne operacije

4 Primeri obrade podataka merenja

1. Dat je rezultat merenja kiše pomoću kišomera sa klackalicom (broj pražnjenja klackalice u minuti). Odrediti intenzitet kiše smatrajući da je zapremina klackalice konstantna (0.21 mm) a zatim uzimajući u obzir promenljivu zapreminu klackalice u funkciji intenziteta padavina, prema priloženom dijagramu. Odrediti grešku u ukupnoj zapremini pale kiše ukoliko se smatra da je zapremina klackalice konstantna.



2. Za zadati niz podataka X (brzina fluida u tački) i Y (izlazni napon iz elektromagnetne sonde) uraditi sledeće:

- metodom najmanjih kvadrata odrediti kalibracionu pravu $X=aY+b$
- izračunati procentualno odstupanje izmerenih podataka od kalibracione prave, u odnosu na trenutnu tačnu vrednost i u odnosu na maksimalnu mernu vrednost
- komentarisati dobijene rezultate

X (m/s)	0.0	0.2	0.5	0.7	0.99	1.3	1.6	2.0	2.51	3.0
Y (Volt)	0.71	0.979	1.40	1.687	2.099	2.549	2.974	3.525	4.225	4.9

3. Analiza grešaka pri merenju posrednih veličina - propagacija neodređenosti
4. Za zadatu geometriju kanala (pravougaoni poprečni presek kanala u suženju i uzvodno od suženja, širina dna u suženju $B_{SUZ} = 0.4$ m a uzvodno, ispred suženja $B_{UZ} = 1.0$ m) i za zadati par tačaka izmerenog protoka (Q_{REAL}) i izmerene dubine (h), sračunati koeficijent protoka C_q

Q_{REAL} (l/s)	553.2	420.4	300.8	195.1	105.9	37.3
h (m)	0.9	0.75	0.6	0.45	0.3	0.15

Podsetnik: Za idealan fluid $E_{UZ} = E_{SUZ}$ a protok idealnog fluida je $Q_{ID} = Q_{REAL}/C_q$

5 Merenja na objektima

1. Analiza hidrodinamičkih problema pri upravljanju radom magistralnog sistema sa slobodnom površinom i sistemom ustava
2. Uloga merenja trenutnih vrednosti hidromehaničkih veličina pri upravljanju radom (osnovni načini upravljanja, povratne sprege, primer na jednom jednostavnom hidrotehničkom sistemu)
3. Dinamičko pozicioniranje pri merenju morfoloških karakteristika i promena rečnog dna
4. Primena računara za upravljanje radom hidrotehničkih sistema (principi, konfiguracije, uloga merenja)
5. Uklapanje merača i regulatora protoka u magistralni cevovod. Slučajevi u eksploataciji

6 Daljinska detekcija u hidrotehnici

1. Osnove i primena GIS (geografskih informacionih sistema) u hidrotehnici
2. Primena daljinske detekcije u hidrotehnici (metode, oblasti primene, ograničenja)
3. Osnovni pojmovi daljinske detekcije i primena u hidrotehnici

Predmetni nastavnik :

Prof. dr Čedo Maksimović

Asistenti:

Dušan Prodanović, Ana Deletić